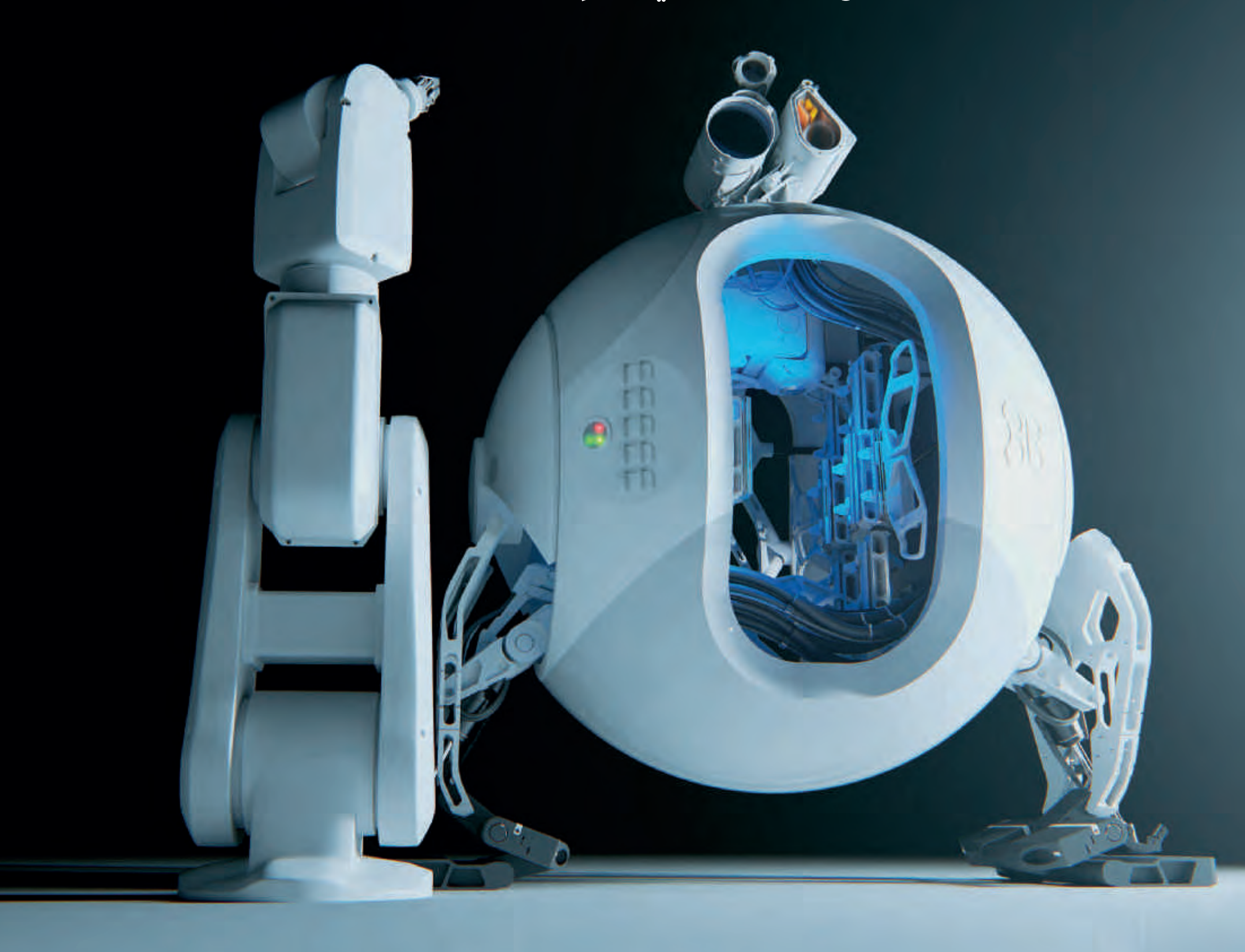
nature

الطبعة العربية

الدورية الشهرية العالمية للعلوم

عام واحد.. عشر قصص

صنّاع الأحداث في عام 2014 صفحة 31



الزلازل

إنذارات التسونامي لا تزال قاصرة

تَعَذُّر وصول إنذارات زلازل المحيط الهندي إلى الأكثر عرضةً للخطر

صفحة 22

المنهج العلمي

الدفاع عن نزاهة الفيزياء

محاولات إعفاء نظريات الكون من التحقق التجريبي تقويض للعِلْم

صفحة 49

الملاريا

كيف تتغلب ناقلات الملاريا على الحرارة

ثلاثة أنواع للبعوض الناقل، واستراتيجيات بقائها أثناء الجفاف

صفحة 71

ARABICEDITION.NATURE.COM

فبراير 2015 / السنة الثالثة / العدد 29

ISSN 977-2314-55003

nature

فبراير 2015 / السنــة الثالثة / العـدد 29

فريق التحرير

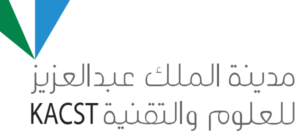
رئيـس التحـريـر: مجـدي سعيـد
نائب رئيس التحرير: كريـم الدجـوي
مدير التحرير والتدقيق اللغوي: محسـن بيـومي
محـرر أول: نـهى هنـدي
محـرر علمي: مريم قطب، أحمد علي
مدير الشئون الإدارية والمشروعات: ياسمين أمين
مساعد التحرير: رغدة سيد سعد
المدير الفني: محمـد عاشـور
مصمم جرافيـك: عمرو رحمـة
مستشار التحريـر: أ.د. عبد العزيز بن محمـد السـويلم
مستشار الترجمة: أ. د. سلطان بن عبد العزيز المبارك
اشترك في هذا العدد: ابتهال مخلوف، أبو الحجاج محمد بشير، أحمد بركات، باتر وردم، داليا أحمد عواد، رضوان عبد العال، سعيد يس، صديق عمر، طارق راشد، طارق قابيل، عائشة هيب، عمرو شكر، لمياء نايل، ليلى الموسوي، لينا الشهابي، مازن النجار، محمد السيد يحيى، محمد حجاج، محمد صبري يوسف، مريم مجدي، نسيبة داود، نهال وفيق، نهى خالد، هشام سليمان، هويدا عماد، وسيم عبد الحليم، وليد خطاب.

مسؤولو النشر

المدير العام: ستيفن إينشكوم
المدير العام الإقليمي: ديفيد سوينبانكس
المدير المساعد لـ MSC: نيك كامبيل
مدير النشر: أماني شوقي

عرض الإعلانات، والرعاة الرسميون

مدير تطوير الأعمال: جون جيولياني
(J.Giuliani@nature.com)
الرعاة الرسميون: مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية KACST
http://www.kacst.edu.sa
العنوان البريدي:
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
ص. ب: 6086 - الرياض 11442
المملكة العربية السعودية



التسويق والاشتراكات

التسويق: عادل جهادي (a.jouhadi@nature.com)
Tel: +44207 418 5626
تمت الطباعة لدى باكستون برس المحدودة، ديربيشاير، المملكة المتحدة.

NATURE ARABIC EDITION [ONLINE]

http://arabicedition.nature.com

للاتصال بنا:

للتواصل مع المحررين: naturearabic@nature.com

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

تُنشر مجلة "نيتشَر" ـ وترقيمها الدولي هو (2314-5587) ـ مِن قِبَل مجموعة نيتشَر للنشر (NPG)، التي تعتبر قِسمًا من ماكميلان للنشر المحدودة، التي تأسَّست وفقًا لقوانين إنجلترا، وويلز (تحت رقم 00785998). ومكتب ويلز المسَجَّل يقع في طريق برونيل، هاوندميلز، باسينجستوك، إتش إيه إن تي إس، آر جي 21 6 إكس إس. وهي مُسَجَّلة كصحيفة في مكتب البريد البريطاني. أمّا بخصوص الطلبات والاشتراكات، فيُرجَى الاتصال بمكتب دبي. وفيما يتعلق بمَنْح التفويض لعمل نُسخ مصوَّرة للاستخدام الداخلي أو الشخصي، أو الاستخدام الداخلي أو الشخصي لعملاء محَدَّدين، فهذا الأمر يتعلق بموافقة "نيتشَر" للمكتبات، والكيانات الأخرى المسَجَّلة من خلال مركز إجازة حقوق الطبع والنشر، ومقرّه في 222 روز وود درايف، دانفيرز، ماساشوسيتس 01923، الولايات المتحدة الأمريكية. والرقم الكودي لـ"نيتشَر" هو: 0028-03/0836، باتفاقية النشر رقم: 40032744. وتُنشَر الطبعة العربية من مجلة "نيتشَر" شهريًّا. والعلامة التجارية المُسَجَّلة هي (ماكميلان للنشر المحدودة)، 2015. وجميع الحقوق محفوظة.

رسالة رئيس التحرير

العلوم بين عامين

في هذا العدد من *Nature* الطبعة العربية، الذي بين أيديكم، والذي يضم مختارات من أعداد 11 ديسمبر، و18 ديسمبر 2014، و1 يناير 2015 من الطبعة الدولية، نقدم مما احتوته تلك الأعداد إطلالة على العلوم في عامين.

ففي مراجعة العلوم في عام 2014، نقدم في قسم (أخبار/ تحقيقات) قراءة في أعمال العلماء العشرة الأبرز في 2014، وهم أندريا أكوماتسو، الطيار الذي قاد تجارب بعثة روزيتا للهبوط على المُذَنَّب "67/ تشيريموف جيراسيمنكو"، وسوزان طوباليان، مقاتلة السرطان، التي اعتقدت دومًا في نجاح العلاج المناعي للسرطان، وراديكا ناجبال، صانعة الروبوتات، التي استلهمت الحشرات الاجتماعية لتصميم روبوتات تنسِّق مهامها على نطاق واسع، وماسايو تاكاهاشي، طبيبة العيون التي أدخلت الأمل إلى حقل الخلايا الجذعية خلال عام مضطرب، وديفيد سبيرجل، عالِم الفيزياء الفلكية، الذي رصد أخطاء في اكتشاف كبير حول التضخم الكوني، ومريم مرزاخاني، عالِمة الرياضيات التي سلَّطت الضوء على ندرة النساء في هذا المجال، وبيت فريتس، المريض الصبور المتحدِّي بدلو الثلج، الذي ساعد في بدء حملة عبر وسائط التواصل الاجتماعي، حققت عوائد ضخمة للأبحاث، وكوبيليل راداكريشنان، رئيس منظمة الفضاء بالهند، الذي قاد بعثتها إلى كوكب المريخ، وشيخ عمر خان، خبير الأمراض المعدية، الذي صارع فيروس الإيبولا في سيراليون حتى صرعه، وسيُورس شيريز، عالِم البيولوجيا الذي نقل آلات الخلية الجزيئية إلى بؤرة اهتمام أكثر وضوحًا.

كما نقدم في الإطار نفسه ملفًّا يوثِّق الكوارثَ الطبيعية والإنجازات التكنولوجية في عام 2014، من خلال اختيارات دورية *Nature* لأبرز صور العام، القادمة من الفضاء السحيق وأعماق المحيطات.

وفي إطار المراجعة أيضًا نقدم اختيارات المحررين لأهم ما نُشر في قسم (أنباء وآراء) لعام 2014، الذي يضم مقالًا في صحة المجتمع حول البكتيريا المعوية غير الناضجة، وحول فيزياء المعجلات، بعنوان "الأمواج مواتية في سلاك"، ومقال حلقة مفقودة في ديناميات الوشاح في علوم الأرض، ومقالًا حول استخدام الأصابع وفقْدها في مجال علم الأحياء النمائي التطوري، وحول العشوائية المنظمة في نغمات الغزل عند ذباب الفاكهة في مجال علم الأعصاب.

وفي مجال استشراف آفاق العلوم في 2015، فإننا نقدم في قسم (تعليقات) الأهداف الشخصية والمهنية لتسعة من قادة المؤسسات العلمية، حيث تتطلع إلين ستوفان كبيرة العلماء في وكالة "ناسا" الفضائية إلى أن تخطو الوكالة خطوة نحو المريخ، وأن يتم تحفيز التنوع داخل العاملين فيها، أما سالي ديفيز، رئيسة إدارة الخدمات الطبية في المملكة المتحدة، فتتطلع إلى المزيد من الأبحاث حول مقاومة البكتيريا، أما سو ديزموند هيلمان، الرئيسة التنفيذية لمؤسسة "بيل آند ميليندا جيتس"، فتتطلع إلى المضي قدمًا في خطة المؤسسة للخمسة عشر عامًا القادمة، أما إي زي، أستاذة الكيمياء بجامعة العلوم والتكنولوجيا في الصين، فتأمل في إسهام مختبرها في المزيد من إنتاج الطاقة المستدامة، وفي جهود التواصل العلمي وتبسيط العلوم، أما كريستيانا فيجوريس، الأمينة التنفيذية لاتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغيُّر المناخ UNFCCC، فتأمل في صياغة اتفاقية جديدة للمناخ، أما رولف دايتر هيوير، المدير العام للمنظمة الأوروبية للأبحاث النووية "سيرن"، فيأمل في تصادمات هائلة الطاقة، وانتقال سلس لقيادة المنظمة، بينما تتطلع جلوريا بوندر، مديرة مجال دراسات النوع والمجتمع والسياسات في معهد فلاسكو اللاتيني إلى التركيز على قضايا المساواة بين الجنسين في مجال العلوم، أما أثين دونالد، عميدة كلية تشيرشل، جامعة كمبريدج، فتأمل في زيادة عدد طالبات العلوم، والمدوَّنات العلمية.

أما في مساحة التَّماس بين العلوم والثقافة، فإننا نقدم في قسم (كتب وفنون) أهم فعاليات عام 2015، فعلى مسرح سوان، ستانفورد – أبون – آفون بالمملكة المتحدة يقوم جون آدامز بالغوص في مشروع مانهاتن، وهو البرنامج الأمريكي الذي خرجت من رَحِمه القنبلة النووية من خلال عمل مسرحي بعنوان "أوبنهايمر"، بينما يقدم المتحف الأمريكي للتاريخ الطبيعي بمدينة نيويورك عرضًا متحفيًّا حول داء دودة غينيا، أما "إيماجين ساينس فيلمز"، فيقيم مهرجانه للأفلام العلمية هذا العام في أبو ظبي، بينما تقيم مؤسسة "وِيلْكَم تراست" معرضًا كبيرًا حول أسرار الطب الشرعي، بينما تقيم جامعة ولاية أريزونا مهرجان إيميرج حول "مستقبل الاختيارات والقِيَم" من خلال "عروض الخيال العلمي"، بينما يقيم متحف برلين للتاريخ الطبي معرضًا حول إسهامات باول إرليخ بمناسبة مرور مئة عام على وفاته.

رئيس التحرير
مجدى سعيد

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

فبراير 2015 / السنة الثالثة / العدد 29

هــذا الـشــهـــر

افتتاحيات

7 العلوم والمجتمع
حان وقت الاهتمام بالعلوم الاجتماعية
الحكومات التي تريد للعلوم الطبيعية أن تفيد المجتمع ينبغي أن تهتم بالعلوم الاجتماعية.

8 النشر
الدائرة المغلقة
الضغوط في مراحل صناعة الخبر تؤدي إلى المبالغة في التغطية الصحفية لأخبار العلوم.

9 التنوع البيولوجي
حماية الأنواع، والحفاظ عليها
يجب الاستمرار في توسعة نطاق جهود الحفاظ على البيئة؛ لتفادي أزمة التنوع البيولوجي.

رؤية كَوْنِيَّة



11 **تقدير التكلفة الحقيقية لتقييم الأبحاث**
يقول بيتر إم. أتكينسون إنه رغم أنّ «منظومة التميز البحثي» تحافظ على جودة العلوم في المملكة المتحدة، إلا أن العملية مرهقة بشكل مفرط لبعض المؤسسات.

أضواء على البحوث

12 مختارات من الأدبيات العلمية
سَمَك يتبع التمويه الكيميائي/ هواتف ذكية تشم الغازات/ فقدان الجليد في القطب الجنوبي يتسارع/ مبيدات ترتقي في السلسلة الغذائية/ كيف ازدهرت مدينة المايا، ثم اندثرت/ رصْد كوكب خارجي من الأرض/ هناك خفافيش ترفرف بأجنحتها للتنقل

ثلاثون يومًا

14 موجز الأنباء
نجاح اختبار «ناسا» لأوريون/ عضو بالتليسكوب العملاق/ رُزَم أوراق أينشتاين/ عودة المُصادِم/ موقع «بَب بير» يرد الهجوم/ درجات الحرارة المتصاعدة

مهن علمية

87 عمود
طَوِّر مِنْ شخصيتك على الإنترنت
يؤمن بيتر فيسك أن الإنترنت يتيح سبل توسيع دائرة معارفك، ويساعدك في البحث عن وظيفة.

لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية، تابع: arabicedition.nature.com/jobs

أخبــار فى دائرة الضـوء



17 تنمية
نيكاراجوا تتحدى الاحتجاجات ضد حفر القناة الجديدة

20 صحة عامة
خبراء الإيبولا يسعون لتوسيع اختبارات الكشف

22 الزلازل
إنذارات التسونامي لا تزال قاصرة

تحقيقات

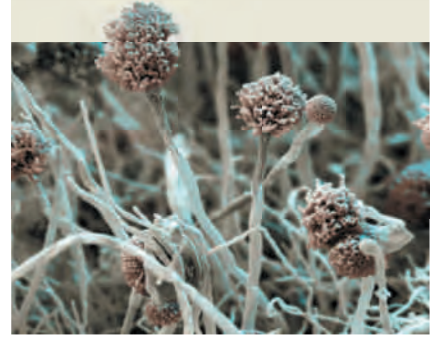
على الغلاف
العلماء العشــرة الأبرز في 2014
اختيارات دورية *Nature* للعلماء العشرة الأكثر تأثيرًا هذا العام. الاختيارات: آندريا آكومازو، وسوزان توباليان، وراديكا ناجبال، وماسايو تاكاهاشي، وديفيد سبيرجل، ومريم ميرزاخاني، وبيتر فريتس، وكوبيلل رادهاكريشان، وشيخ هومارخان، وسوجور شيريس. صفحة 31

صندوق الأدوات

85 أدوات البرمجة
المغامرة مع «آر»
برامج الإحصاءات الحرة والتمثيل البصري، التي تتسارع بصماتها في المختبر

تعليقات

الأمراض المعدية
أسقِطوا مصطلح الــ«مُمْرِض»
التركيز على الجراثيم فقط ـ دون غيرها ـ يَحُول دون توصُّل الأبحاث إلى العلاج. صفحة 47



49 المنهج العلمي
.. دفاعًا عن نزاهة الفيزياء
جورج إليس، وجو سيلك
تُعتبَر محاولات إعفاء نظريات الكون الافتراضية من التحقُّق التجريبي تقويضًا للعِلْم

كتب وفنون

54 نظرة في صفحات الماضي
بين المَدّ والجَزْر في المحيط الهادئ
آرون هيرش
يحتفل آرون هيرش بالذكرى 75 لكتاب الأحياء البحرية الكلاسيكي لمؤلفه إد ريكيتس.

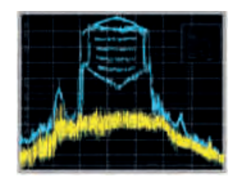
مراسلات

62 إدارة الأراضي العسكرية من أجل البيئة/ نبوءة المُذَنَّبات.. وأصل الحياة/ تجميع الموارد من أجل المحميّات الطبيعية/ قانون جديد يهدد بانتشار أنواع غازيّة

تأبين

64 **مارتن لويس بيرل (1927-2014)**
فاليري هاليو

مستقبليات



92 **رسالة مفقودة**
رايتشل ريديك

COVER: CGI ILLUSTRATION BY PETER CROWTHER ASSOCIATES/DÉBUT ART

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

فبراير 2015 / السنة الثالثة / العدد 29

أبـحـاث

أنباء وآراء



علوم الأرض
حركة المحيط والتغير المناخي السريع
نَقْل الحرارة المرتبط بمياه شمال الأطلسي العميقة يبدو أكثر استقرارًا عما كان يُعتقد.
صفحة 65

66 الخلايا الجذعية
دليل تصميم الخلايا متعددة القدرات
اكتشاف نوع جديد من الخلايا متعددة القدرات، من خلال هندسة الخلايا مكتملة النمو وراثيًّا.
جن وو، وجوان كارلوس إيزبيسوا بيلمونتي

70 علم المياه
حينما تنضب الآبار
الاعتماد المتزايد للمجتمعات على استخدام موارد المياه غير المتجددة يضعها في مواجهة شح المياه.
ريتشارد تايلور

71 الملاريا
كيف تتغلب ناقلات الملاريا على الحرارة
ثلاثة أنواع من البعوض لها استراتيجيات محدَّدة للبقاء على قيد الحياة في موسم الجفاف
نورا جي. بيسانسكي

72 الفيزياء التطبيقية
مزايا الفراغات البينيّة
شريحة معدنية على ركيزة مرنة تُظْهِر حساسية فائقة في الكشف عن الاهتزازات الميكانيكية.
بيتر فراتزل

73 علوم المواد
.. مِثل غضروف له تركيب أبسط
هلام مصنَّع يحاكي خصائص الغضروف المفصلي الذي يُبطِّن مفاصل العظام
آن لاديجارد سكوف

ملخصات الأبحاث

75 بعض **البحوث المنشورة في عدد 11 ديسمبر 2014**

كيمياء **توليف مراكز الكربون الرباعية المجسَّمة**
K Quasdorf *et al*

أحياء خلوية **فَكّ ترميز تعدُّد القدرات المستحَثّة**
P Tonge *et al*

كيمياء حيوية **بِنَى قناة الكلوريد**
J Brunner *et al*

فَلَك **تكوين النجوم الشبيهة بالشمس يستغرق وقتًا**
S Brünken *et al*

هندسة ميكانيكية **مستشعِر يستلهم تركيب خيوط العنكبوت**
D Kang *et al*

عِلْم المواد **إنفاذ الجرافين للبروتونات**
S Hu *et al*

علم البلوريّات **تحديد بِنْيَة الشبكة الفارغة بعيد المنال**
A Falenty *et al*

78 بعض **البحوث المنشورة في عدد 18 و25 ديسمبر 2014**

كيمياء **مسار أبسط لروابط الكربون – كربون**
J Lo *et al*

أحياء جزيئية **مراقبة جودة البروتين عند الغشاء النووي**
A Khmelinskii *et al*

فَلَك **أعمار مختلفة للحشود النجمية**
C Li *et al*

عِلْم المواد **القيام بخطوتي الاستقطاب العفوي المتعدد**
J Heron *et al*

فيزياء **سَبْر ديناميكية حركة إلكترونين**
C Ott *et al*

عِلْم الأرض **الكشف عن مصدر هيدروجيني تحت سطحي**
B Lollar *et al*

علم البيئة **الحفاظ على الطبيعة غير المشروط**
F Pouzols *et al*

81 بعض **البحوث المنشورة في عدد 1 يناير 2015**

فَلَك **تفسير تلال قمر تيتان**
D Burr *et al*

كيمياء حيوية **الانتقائية الريبوزومية تساعد التنظيم الجيني**
S Xue *et al*

فسيولوجيا الخلية **بِنْيَة مُستقبِل ريانودين**
R Efremov *et al*

فيزياء **التوصيل الكَمِّي بالجسيمات المتعادلة الضخمة**
S Krinner *et al*

عِلْم المواد **هُلَام مُنَمْذَج على الغضروف المفصلي**
M Liu *et al*

عِلْم الفيروسات **بِنْيَة وخصائص فيروس التهاب الكبد الوبائي (أ)**
X Wang *et al*

بيولوجيا بنيويّة **تنقيح بِنْيَة المنظومة الضوئية الثانية**
M Suga *et al*

علم الفيروسات
بِنْيَة فيروس التهاب الكبد الوبائي (أ)
وَفَّرَ شيانجشي وانج وزملاؤه البِنَى البلورية عالية الاستبانة لجسيمات كل من فيروس التهاب الكبد الوبائي (أ) الناضج والفارغ التي تشرح بعض من الخصائص غير العادية للفيروس، مثل مقاومته لدرجات الحرارة العالية، واقتراح آلية دخول جديدة. صفحة 82



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

افتتاحيات

رؤية عالمية منظومة التميز البحثي تحافظ على جودة العلوم إلا أن العملية مرهقة لبعض المؤسسات. **ص. 11**

عِلْم الفَلَك رَصَد فلكيُّون كوكبًا، حجمه ضِعْف حجم كوكب الأرض، باستخدام تليسكوب أرضي صغير الحجم **ص. 13**

سلوك الحيوان الخفافيش غير القادرة على استخدام السونار تَستخدِم أصداء رفرفة الأجنحة في استشعار بيئتها **ص. 13**

تقييم أخلاقي مستفيض

ينبغي على المؤسسات إلقاء نظرة موحدة على إجراءات الحماية في الدراسات العلمية المجراة على البشر.

يقال إن أهم الموارد المطلوبة لإجراء الأبحاث على البشر هي الثقة، وليس قوة العقول، ولا نفوذ المال. تعمل مئات المؤسسات وآلاف الباحثين في الولايات المتحدة وغيرها من دول العالم على حماية هذه الثقة، من خلال تقييم المقترحات البحثية للتجارب الإكلينيكية بعناية، وغيرها من الأبحاث التي تُجرى على البشر.

تُجْرِي كل المؤسسات الأمريكية التي تستضيف مثل هذه الدراسات عادةً التقييم الأخلاقي الخاص بها للمقترح البحثي. وتحقِّق عملية التقييم هذه ثلاثة أهداف: المسؤولية التي يشعر بها هؤلاء الباحثون تجاه حماية مجتمعاتهم المحلية، والفرصة لتعديل المقترحات البحثية؛ لكي تلائم احتياجات المجتمع المحددة، والحماية ضد النزاعات القضائية المحتمَلة التي قد تنتج عن بروتوكول بحثي معيب.

وللأسف الشديد، تشير الأدلة إلى أن كثيرًا من هذه الجهود ليس في محله، حيث كشف استطلاع للرأي أُجري في عام 2010، وشمل 45 مؤسسة راجعت البروتوكول نفسه، إلى أن الدراسة المحلية لم تثمر عن تغييرات جوهرية .B. Ravina *et al*. *Ann. Neurol*. **67**, 258-260; (2010) وكل ما أثمرت عنه التعديلات التي أُجريت لغةٌ مؤسسية موحدة ـ ليس لها علاقة بالدراسة المقترحة ـ لوثيقة إقرار الموافقة بالعلم، التي يوقِّعها المشاركون في الأبحاث، قبل خضوعهم لأي دراسة تجريبية. وبلغت التكلفة الإجمالية لكل هذه المراجعة والتقييم أكثر من 100 ألف دولار.

في الثالث من ديسمبر الماضي، أعلنت معاهد الصحة الوطنية الأمريكية مقترحًا بإجراءات وسياسات جديدة، تهدف إلى الحد من هذا الإسراف. اشترط المقترح ـ الذي أتيح للتصويت حتى 29 يناير الماضي ـ أن التجارب التي تمولها معاهد الصحة الوطنية الأمريكية وتُجرى في أكثر من موقع، ينبغي أن تحصل على موافقة لجنة تقييم واحدة، وأنه ينبغي على هذه اللجنة أن تبدي استعدادها للاشتراك في تحمُّل المسؤولية عن جميع المواقع الأخرى. الهدف من ذلك هو تسريع عملية الموافقة على التجارب التي تُجرى في عدة منشآت. في الوقت الحالي، ربما يحاول كل موقع مراجعة أحد البروتوكولات، مما يؤدي في الغالب إلى تأخير بداية التجربة، ووجود كثير من التعارض المحتمَل في بروتوكولات الدراسة ونماذج الموافقة في المواقع المختلفة.

> «لا يوجد دليل على أن التقييم المتعدد للمعايير الأخلاقية سيعزِّز من حماية البشر».

تُعَدّ مبادرة معاهد الصحة الوطنية الأمريكية أحدث خطوة ضمن سلسلة من الجهود التي تقوم بها الجهات التشريعية الأمريكية لتغيير الممارسات المؤسسية السائدة. ففي عام 2006، أصدرت إدارة الأغذية والأدوية الأمريكية إرشادات للتجارب الإكلينيكية التي تُجرَى في مواقع متعددة. وقد أوضحت الإدارة في هذه التجارب أن هذا التقييم الأخلاقي لا ينبغي أن يتم بالضرورة في كل مؤسسة. وبدلًا من ذلك.. ينبغي على كل تجربة أن تحدِّد مؤسسةً لإجراء تقييم مركزي لكل المواقع المشاركة. وبعد مرور أربع سنوات، أصدر المكتب الأمريكي لحماية الأبحاث البشرية خطابًا، يعلن فيه دعمه لهذه الإرشادات. ورغم هذه التأكيدات، أصبح من الصعب تغيير ممارسات استقرت وتجذَّرت على مدار أكثر من 40 عامًا.

لا يحظر مقترح معاهد الصحة الوطنية الأمريكية على أي موقع مشارِك إجراء مراجعته الخاصة أو تقييمه، لكنه يوضح بجلاء عدم رضاه عن ذلك، ويؤكد بوضوح أن تكلفة التقييم المتكرر تقع على عاتق المعهد.

من الصعب التغلب على الكسل والتراخي في التطبيق، خاصة في المؤسسات الكبيرة التي تتعرض فيها موارد كثيرة للخطر. ويرجع الكثير من هذا العناد والتصلب إلى رغبة الباحثين المبرَّرة لحماية مرضاهم ومجتمعهم. كما يشعر بعض أعضاء لجان التقييم أن التخلي عن مراجعة بروتوكولات الأبحاث يمثل انتهاكًا لمسؤوليتهم تجاه المجتمع، وهذا يثير قلقهم بشأن عدم الالتزام بالمعايير، إذا لم يقيِّموا ويراجعوا الدراسات بأنفسهم.

كما صرحت معاهد الصحة الوطنية الأمريكية، لا يوجد دليل على أن التقييم المتعدد للمعايير الأخلاقية سيعزز أو يزيد من حماية البشر. وربما يوفر التقييم المركزي الوقت والمال، لكن لا يوجد دليل واضح أيضًا على أنها ستحسِّن من حماية الأشخاص الذين يخوضون التجربة. مع ذلك.. فإن قرار معاهد الصحة الوطنية الأمريكية بتشجيع التقييم المركزي هو القرار الصائب في ضوء الأدلة المتاحة.

لقد كانت التشريعات واللوائح التي أيَّدت عمليات الفحص والتقييم التي تقوم بها لجنة واحدة بكل معهد وليدة عصر أُجريت فيه التجارب الإكلينيكية عادةً في موقع واحد. ولم يَعُد ذلك هو الحال الآن، فمع تصميم العلاجات حسب الخصائص الوراثية الفردية، وتقسيم الأمراض إلى أنواع فرعية نادرة، أصبح الأمر يتطلب المزيد من المواقع لتسجيل عدد كافٍ من المرضى؛ لتقييم علاج ما.

تنتِج مختبرات تسلسل الحمض النووي حول العالم عددًا كبيرًا من البيانات الوراثية التي تحمل مفاتيح الثورة الطبية التالية. ويتطلب العثور على هذه المفاتيح بسرعة وبصورة أخلاقية إجراء دراسات تمزج البيانات الواردة من جميع أنحاء العالم. ويطالب الباحثون بمستندات ووثائق موحدة؛ للإقرار بالموافقة، لكي تتيح لهم جمع المعلومات الوراثية في صورة قواعد بيانات، دون الدخول في أدغال حماية الخصوصية بأشكالها المختلفة. تتمثل أهمية مبادرة معاهد الصحة الوطنية الأمريكية في أنها خطوة مهمة في هذا الاتجاه، لكن ما زال الطريق طويلًا. ■

حان وقت الاهتمام بالعلوم الاجتماعية

إنّ الحكومات التي تريد من العلوم الطبيعية أن تفيد المجتمع بصورة أكبر ينبغي عليها الاهتمام بالعلوم الاجتماعية والإنسانية.

يمكن لبعض العلوم ـ مثل الفيزياء، والكيمياء، والأحياء، والعلوم البيئية ـ أن تقدم حلولًا رائعة لبعض التحديات التي تواجه الأفراد والمجتمعات، لكن إمكانية حصول تلك الحلول على قوة الدفع اللازمة تعتمد على عوامل تتجاوز نطاق تأثير مكتشفي تلك الحلول. يتحقق هذا الأمر ـ في الواقع ـ في بعض الأحيان حتى عندما يوجه الباحثون جهدهم مباشرة نحو التصدي للتحدي الماثل أمامهم. وهكذا، إذا لم يتم إدراج العوامل الاجتماعية والاقتصادية والثقافية في إعداد الأسئلة وصياغتها، يمكن أن يكون ذلك سببًا في إهدار قدر كبير من الإبداع والابتكار.

ليست هذه الرسالة بجديدة، لكن من الواضح أننا ما زلنا نتعلمها مرارًا وتكرارًا، في الوقت الذي يرى فيه المموِّلون والباحثون ـ الذين يأملون في أن تصنع أعمالهم فارقًا للبشرية ـ المشروعات وهي تخفق في إدراك تلك الحقيقة. ويَسري هذا الأمر بحذافيره على المشروعات والأعمال التجارية، بقدر ما ينطبق على الأعمال الخيرية (ولنسأل أصحاب مشروع المحاصيل المبتكرة!).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

لذا.. لا بد أن نقدم الشكر والتقدير إلى أولئك الذين يُقِيمون المشروعات متعددة التخصصات، التي تشمل ـ على سبيل المثال ـ السعي نحو تعزيز الحصول على الماء والغذاء، أو التأقلم والتكيف مع تغير المناخ، أو التعامل مع الأمراض. وندين بالشكر والتقدير أيضًا لأولئك الذين يعملون على الدمج ما بين العلوم الطبيعية، والعلوم الاجتماعية، والعلوم الإنسانية منذ البداية. لذلك.. تُعَدّ صياغة التحديات بشكل متبادل فيما بين التخصصات أضمن الطرق للتغلب على تنوع المفاهيم وتفاوتها، لأن ذلك التفاوت من شأنه أن يجعل من أوجه التعاون بين تلك العلوم تحديًا بالغًا.

الشكر أيضًا موصول للشخصيات القيادية في صناعة السياسة العلمية، الذين يُظهِرون الْتِزامهم بهذه الأجندة متعددة الجوانب والأبعاد، لكن السبب الأكثر مدعاة للقلق هو عدم إظهار الحكومات لأي قَدْر من الفهم والاستيعاب.

هذا هو الحال بالضبط في المملكة المتحدة، ففيما يتعلق بالبحوث، نجد أن المملكة المتحدة في وضع يستحق بعض الاهتمام من الآخرين، ويستدعي بالضرورة بعض القلق والاهتمام من مواطني البلاد أنفسهم. فقد أعلن مموِّلو الجامعات في ديسمبر من عام 2014 عن نتائج تدريب فريد من نوعه في تقييم البحوث، تم إجراؤه على مستوى البلاد، وهو ما يُعرف باسم "منظومة التميز البحثي" REF. ومن المنتظَر أن يكون لهذه المنظومة تأثير كبير على اتجاه التمويل المخصص للجامعات. وفي الوقت ذاته تقريبًا دشَّنت الحكومة البريطانية وثيقة استراتيجية بعنوان "خطتنا نحو تحقيق النمو: العلم والابتكار". وفي نوفمبر من عام 2014، نشر كبير المستشارين العلميين للحكومة البريطانية تقريرًا سنويًّا متنوعًا، يعكس الروح الشمولية المشار إليها أعلاه، وهو ما لا تعكسه الاستراتيجية الحكومية للأسف.

أهمية الشمولية

بِغَضّ النظر عن التخصص، فإن أي سياسة حكيمة لتقييم البحوث تعطي قيمة واضحة وعالية لكل من الاكتشافات والأبحاث الاستثنائية، والقدرة على إحداث تأثير إيجابي يتجاوز النطاق الأكاديمي. وبهذه الروح تمكنت "منظومة التميز البحثي" (www.ref.ac.uk) من تجميع ثلاثة جوانب موثقة بشكل متميز من البحوث الخاصة بكل قسم من أقسام الجامعة، وهي جودة وأهمية المخرجات الأكاديمية للقسم، وتصل قيمتها في التقدير الكلي إلى 65%، وجودة البيئة البحثية (15%)، ومدى تأثير وأهمية تلك البيئة فيما وراء النطاق الأكاديمي (20%).

لن يتم تحليل التأثيرات الخاصة بالبيانات وعمليات اللجان التي أُدرجت في نتائج "منظومة التميز البحثي" على نطاق واسع قبل شهر مارس المقبل. وتبين المؤشرات أن مكون التأثيرات في عملية التقييم قد أتاح لبعض الجامعات الارتقاء إلى تصنيف أعلى مما كان ممكنًا لها أن تصل إليه في ظروف أخرى، لكن الفوائد الكاملة والحوافز السلبية للنظام تتطلب تحليلًا أعمق لحلها.

ثمة جانب في السياسة العلمية للمملكة المتحدة جدير بالملاحظة، ومثير للجدل في آن واحد، يتمثل في المدى الذي سوف تحدِّد التصنيفات الخاصة بـ"منظومة التميز البحثي" من خلاله قدر التمويل الممنوح. ويتمثل الاتجاه السائد في أن توجَّه مثل تلك التدريبات التمويلَ وتقصره بدرجة كبيرة على المستويات الأعلى في سلم التصنيفات.

«إذا أردتَ أن ينتفع المجتمع بالعِلْم، فإنك بحاجة إلى دعم القدرة على فهْم ذلك المجتمع».

من القضايا ذات الأهمية الكبرى في السياق الراهن.. تحديد ما إذا كان فرط الاعتماد على صيغ التمويل سوف يقوض قدرات الدولة على الوفاء باحتياجاتها المستقبلية. وقد توصَّل تحليل مبدئي قامت به دورية "ريسيرش فورتنايت" *Research Fortnight* ـ المتخصصة في السياسات العلمية ـ إلى نتيجة متشائمة لمن يعتقدون أن العلوم الاجتماعية لها أهمية من الناحية الاستراتيجية. فبالنظر إلى نتائج "منظومة التميز البحثي" حصلت العلوم الاجتماعية على نصيب أقل بكثير من حصتها التي كان بوسع المجتمع المحلي اقتراحها. وإذا كان ذلك دليلًا على ضعف أو قصور في أداء العلوم الاجتماعية على النطاق الوطني، مع الأخذ في الاعتبار الأهمية الاستراتيجية لتلك التخصصات، فإن هناك حاجة إلى تفعيل وتنشيط الطموح الوطني الذي يتجاوز نطاق صيغ التمويل في تلك العلوم التي تضم ـ على سبيل المثال ـ علم الاجتماع، والأنثروبولوجيا، وعلم النفس.

ربما يكون بمقدور من يقرأ وثيقة الاستراتيجية الحكومية للعلوم والابتكار (go.nature.com/u5xbnx) أن يصل إلى النتيجة نفسها، وعليه أن يدرك الرسالة الأساسية لتلك الاستراتيجية؛ فمن المنطقي أنه بتركيز تلك الرسالة على تعزيز النمو الاقتصادي، فإنها تلقي الضوء على الحاجة إلى دعم البحوث الأساسية والمعلومات المفتوحة، والتقنيات الاستراتيجية، ومحفزات المشاركة والاستثمار في المشروعات والأعمال التجارية، لكن هناك جملة واحدة ذكرت العلوم الاجتماعية والإنسانية: إشارة عابرة في مقدمة الاستراتيجية تُذكِّر القارئ بأنْ يأخذ تلك العلوم في الحسبان كلما استُخدمت لفظة "علوم".

يتعين علينا تقديم خالص الشكر والامتنان إلى كلٍّ من كبير المستشارين العلميين مارك ولبرت، وسلفه جون بدينجتون، لاهتمامهما الواضح والسبَّاق بالعلوم الاجتماعية. ويُظهِر التقرير الخاص بهذا العام ـ وعنوانه "الابتكار: إدارة المخاطر، لا تجنُّبها" (انظر: go.nature.com/lwf1o7) ـ التزامًا بالشمولية، فالتقرير المذكور بمثابة مجموعة من الآراء والانطباعات، خطَّها خبراء في علم النفس، والعلوم السلوكية، والإحصاء، وإدارة المخاطر، وعلم الاجتماع، والقانون، والاتصالات والمشاركة العامة، إلى جانب العلوم الطبيعية.

يمكن العثور على أمثلة للسمات الشمولية للتقرير في الأقسام التي تتناول موضوعات معينة، مثل عدم التيقن، والاتصال والمحادثات واللغة، التي يُلقِي فيها الأكاديميون من أصحاب المكانة المرموقة الضوءَ على اعتبارات أساسية في التعامل مع جوانب الابتكار المثيرة للجدل والمشحونة بالمخاطر. ويقدِّم الخبراء المهنيون والمؤيدون الذين يشاركون بشكل مباشر في المناظرات وأشكال الجدال المختلفة دراسات حالة تتعلق بالغواصات النووية، والتكسير الهيدروليكي، والتخطيط لمواجهة السيول. واستكمالًا لتلك الأفكار.. يطرح فريق الرؤى السلوكية ـ التابع للحكومة ـ مناقشات أخرى لدور العنصر البشري في تقييم المخاطر، إلى جانب المناقشات التي تبين كيف أن الظروف التي يتم فيها اتخاذ القرارات المشحونة بالمخاطر لها دور تقوم به. وسوف يجد كل مَنْ له مصلحة علمية أو تكنولوجية مثيرة للجدل ـ ولو بشكل طفيف على المستوى العام ـ في تلك الأقسام ما ينفعه ويفيده.

لا بد أن تكون الرسالة الأساسية للتقرير نافعة ومفيدة لصانعي السياسات على مستوى العالم. فإذا أردتَ أن ينتفع المجتمعُ بالعِلْم، من خلال الأعمال التجارية، أو الأنشطة الحكومية، أو الأعمال الخيرية؛ فإنك بحاجة إلى دعم القدرة على فهْم ذلك المجتمع، تلك القدرة التي لا تقل عمقًا عن قدرتك على فهم العلوم. وينبغي أن تُظهِر بيانات السياسة الصادرة عنك أنك تؤمن بتلك الحاجة. ■

الدائـرة المغلقـة

تؤدي الضغوط في كل مراحل صناعة الخبر إلى المبالغة في التغطية الصحفية لأخبار الأبحاث والعلوم.

أصبح من التقاليد الشائعة بين الناس أن يتهادوا في أعياد ميلادهم بنسخة ورقية من الصحف اليومية التي صدرت في ذلك اليوم، لكن هذه الهدية إذا قُدِّمَت في المستقبل لشخص ولد اليوم، ربما أمسك الصحيفة في تعجب، وتساءَل.. كيف كان الناس يقرأون تلك الأخبار ويصدقونها.

تجادَل الكثيرون بشأن تلاشِي الصحف الورقية المطبوعة، لكن ما يثير العجب حقًّا أنها لم تختفِ، بل استمرت حتى الآن. أقام الكثيرون عالَمًا كاملًا على كذبة التغير الجوهري الذي شهده العالم عن الأمس، مما يعني أن الناس عليهم أن يدفعوا ثمن الأخبار الفورية التي يحملونها بأيديهم، والكذبة نفسها تتكرر في اليوم التالي، واليوم الذي يليه، وهكذا.

غيَّرت شبكة الإنترنت هذا الوضع برمته، تارةً للأفضل، وتارة أخرى للأسوأ. وفي خضم كل هذا، استمرت حقيقة واحدة تهيمن على ثقافة صناعة الأخبار في الصحف، ألا وهي المنافسة الشديدة. فقارئ الجريدة هو المستهلك النهائي الذي تتنافس الصحف على لفت انتباهه واهتمامه. وحتى يتحقق ذلك، يتنافس رؤساء ومديرو التحرير الصحفيون على مساحة النشر المتاحة، فكل صحفي يتنافس مع زملائه على الأخبار والانفرادات الصحفية. وأي شخص لديه خبر أو تغطية جيدة، عليه أن يتنافس مع ألف شخص آخر، حتى تحظى قصته بانتباه الصحفي، أو المحرر. وأصبح عالَم الصحف ونشر الأخبار دائرة تضيق باستمرار، يسعى كل شخص في كل حلقة من حلقاتها جاهدًا ليمنح الشخص الآخر في الحلقة التالية ما يريده بالضبط.

إنّ جُلّ ما يبحث عنه الجميع بالطبع هو خبر متميز، أو انفراد صحفي حصري، أو ـ على وجه الدقة ـ تغطية أفضل مما تقدمه المصادر، أو الصحف، أو الصحفيون، أو المحررون الآخرون. لهذا.. يصف الصحفيون الخطابات الروتينية التي يلقيها الزعماء ورجال السياسة بأنها نقطة التحول المهمة في مشوارهم السياسي، كما يصفون مباريات كرة القدم العادية أو الوِدِّيَّة بالمباريات "المصيرية". أما أسعار العقارات، فهي دائمًا تُوصَف إمّا بأنها على وشك الانهيار التام، أو الارتفاع الصاروخي. والأخبار

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الصحفية المتميزة تسمح ـ بطبيعتها ـ بقدْر من المبالغة، يُضاف في كل حلقة من حلقات سلسلة النشر. ولا يركِّز القائمون على التحرير في غرفة الأخبار على إجابة السؤال "هل هذا صحيح؟"، ولكن على "هل يمكننا نشر ذلك؟".

هنا يأتي الجزء المتعلق بالعلوم. فالسبب الذي يجعل من مصداقية أي تغطية أو خبر صحفي أمرًا مهمًّا لدورية *Nature* العالمية هو أن أخبار العلوم في الصحف، أو بدقة أكثر.. أخبار الصحة والعلوم الطبية، تؤثر على سلوك القراء. وعندما تأخذ في الاعتبار المسؤولية الجمعية التي يتحلى بها عديد من العلماء تجاه التغطية الإعلامية للأبحاث (وهي مسؤولية يفتقر إليها وكلاء وسماسرة العقارات على سبيل المثال)، يتضح لنا مدى أهمية التغطية الصحفية للبحوث، ومدى جدارتها بالمناقشة والتحليل.

ركَّزت إحدى الدراسات التي حظيت بمناقشة كثيفة خلال الأسبوع الثاني من ديسمبر الماضي على الحلقة الأولى في سلسلة صناعة الخبر التي ذكرناها آنفًا، ألا وهي المعلومات التي ترسلها الجامعات للصحفيين والمحررين عن الأبحاث التي تنشرها (P. Summer *et al*. *Br. Med. J.* **349**, g7015; 2014). ويمكن الاطلاع على تفاصيل الدراسة في صفحة 291 من عدد 25/18 ديسمبر من الطبعة الدولية، لكن بإمكاننا تلخيصها على النحو التالي: تحتوي البيانات الصحفية التي ترسلها الجامعات لترويج البحوث الطبية المنشورة على مبالغة مماثلة لما تبثه التقارير الصحفية في تغطيتها لهذه البحوث.

باختصار.. فمن خلال المزج بين الارتباط والسببية (الذي اعتبرته الدراسة من قبيل المبالغة)، يبدو أن اللوم يقع في المبالغة الإعلامية للأبحاث الطبية على عاتق الأقسام الإعلامية في الجامعات، كما يقع بالقدر نفسه على الصحفيين الباحثين عن السبْق الإعلامي.

رفض بعض الصحفيين ـ بكل نزاهة ونبل ـ إلقاء اللوم على أقسام التحرير بالجامعات، وأصروا على أن واجب الصحافة التمحيص والتدقيق في هذه البيانات الصحفية قبل نشرها. وطالب صحفيون آخرون بوضع ضوابط صارمة على ما تنشره الجامعات، كما طالبوا العلماء الذين يتم نشر أعمالهم وأبحاثهم بتحمُّل المسؤولية. وجميعها أفكار وجيهة. وتؤيد دورية *Nature* اقتراح تعاون الباحثين مع المحررين الذين يكتبون وينشرون البيانات الصحفية بالإنابة عنهم.

> **«هناك طلب على الأخبار المباشرة وغير التقليدية عن العلوم».**

ستستمر المبالغة في دورة الأخبار فقط، إذا أفادت جميع الأطراف المعنية، بدءًا من العلماء الذين يعدون التغطية الصحفية من قبيل "التأثير" إلى الصحفيين الذين يحصلون على عناوين رنانة ثانوية، كما يفوزون بموافقة رؤسائهم ومديريهم الذين بيدهم قرار النشر.

تُرى، هل ستستمر هذه المبالغة؟ بالعودة إلى وصف ثقافة غرفة الأخبار، فإن سؤال "هل يمكننا أن نقول ذلك؟" في حد ذاته يمهد إلى سؤال آخر، هو "ما الذي يمكننا قوله أيضًا؟"، حيث لا تكلف المساحات الإلكترونية المرنة للنشر في المواقع الإخبارية على شبكة الإنترنت ما تكلفه طباعة الورق في الصحف. ويؤكد انتشار المدونات المتخصصة (وزيادة أعداد قرائها) وجود الطلب على الأخبار المباشرة وغير التقليدية عن العلوم. وقد بدأت الميزة الضمنية للمبالغة ـ وهي الوصول بالأخبار إلى مرحلة النشر ـ تتلاشى، وتقل شيئًا فشيئًا.

وتشير الدراسة إلى عدم وجود أي ارتباط بين مقدار المبالغة في البيان الصحفي والتغطية الإعلامية التي تحصل عليها. وبعبارة أخرى.. لا يتطلب قول الحقيقة بالضرورة أن تكون صادمة. ■

حمايــــة الأنـــــواع، والحفـــاظ عليـــها

على الشعوب أن تستمر في توسعة نطاق جهود الحفاظ على البيئة؛ لتفادي أزمة التنوع البيولوجي.

هناك 22,413 نوعًا من الكائنات المهدَّدة بالانقراض، حسب ما ذكره "الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة" IUCN. وإذا حاول أي إنسان طموح قراءة أسماء تلك الكائنات، دون أن يتمهل لتناول الطعام أو الشراب؛ لاستغرقه الأمر نصف يوم كامل. هذه مجرد بداية فحسب.. فقد قدَّرَ "الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة" وضع 76,199 نوعًا من إجمالي أنواع الحيوانات والنباتات والفطريات ووحيدات الخلية البالغ 1.7 مليون نوع على الأرض، التي وصفها العلماء حتى الآن. ويشير البعض إلى أن خمسة أضعاف هذا العدد من الأنواع على الأقل لم يُكتشف بعد. وكثير منها أيضًا مهدَّد، وسوف يستغرق الأمر شهورًا لسرد أسمائها كلها. (والمشكلة أنه ليس لها أسماء بعد بطبيعة الحال.)

ما زالت هناك فجوات عظيمة في معرفتنا بالتنوع البيولوجي لكوكبنا، ووضع الحياة المتداعي عليها. ففي كل يوم تنقرض حيوانات ونباتات. وما من أحد يعرف تحديدًا عددها، لكن التقديرات تتراوح ما بين 500 و36 ألف نوعًا ينقرض سنويًا. وثمة خبر بصفحة 158 ـ من عدد 11 ديسمبر من الطبعة الدولية ـ يؤلف ما بين بعض أفضل الدراسات التي تتناول موضوع التنوع الحيوي، ويحاول أن يجعل مثل هذه الأرقام الضخمة مفهومة للعامة.

قبل أن تتضخم المجتمعات البشرية، لدرجة أنه صار بإمكانها تعرية غابات بأكملها، ومحو مجتمعات كاملة من الحيوانات، كانت معدلات الانقراض أقل عشر مرات على الأقل. ولا يبدو المستقبل أكثر إشراقًا.. فالتغير المناخي، وتوسُّع الأنواع الدخيلة (بتيسير من البشر أنفسهم) سوف يزيدان من معدلات الانقراض.

إن معدل الانقراض سوف يفضي بنا إلى كارثة. فإذا انقرضت الأنواع المهدَّدة بالانقراض كلها في غضون قرون قليلة، وظل هذا المعدل على ما هو عليه؛ فسرعان ما ستصل الأنواع المنقرضة إلى مستوى من الانقراض الجماعي، وهي الكارثة البيولوجية التي قضت على سيطرة الديناصورات على الأرض، ووقعت خمس مرات فقط في تاريخ الأرض. ومن الممكن أن يحدث الانقراض الجماعي القادم في غضون قرنَيْن من الزمان، أو ألْفيّات قليلة، لكنه يلوح في فترة ما في الأفق لو أصرّت المجتمعات البشرية على سلوك المسار نفسه الذي تسلكه حاليًّا.

مع ذلك.. فهناك بعض المؤشرات المشجعة.. فثمة دول تعكف سريعًا على توسعة المناطق التي تحميها من الأنشطة البشرية التدميرية. وقد أعلن "برنامج الأمم المتحدة للبيئة" UNEP في نوفمبر من عام 2014 أن الدول خصصت 6.1 مليون كم^2 من محميات المحيطات والمحميات البرية منذ عام 2010، مما زاد من إجمالي المناطق المحمية بنسبة 15.4% من البر، و3.4% من البحر. وحسب برنامج الأمم المتحدة للبيئة، فإن الدول تسير في مسارها الصحيح، بحيث تفي في عام 2020 بالهدف الذي أقرّه مؤتمر التنوع البيولوجي ويقضي بحماية 17% من الأراضي، ولو أن الوصول إلى غاية حماية 10% من المناطق الساحلية والبحرية سيتطلب المزيد من الجهود. ويضارع إجمالي المناطق المحمية حاليًّا حجم قارة أفريقيا.

هذه الجهود ليست كافية.. فهناك محميات كثيرة ما هي إلا محميات على الورق فقط، حيث ما برح الصيد الجائر وتدمير الموائل مستمرّين على وتيرتهما السابقة، بسبب التهاون في تطبيق القانون. وغالبية المحميات التي أقيمت حتى الآن لا تكفل الحماية لأغلب المناطق الحيوية (وأعني المناطق الحافلة بالأنواع والموائل المهددة بالانقراض). إضافة إلى ذلك.. فالشعوب تستثمر أيضًا أقل بكثير مما استثمرت منذ 15 عامًا في جهود حماية الأنواع، بعد التعديلات التي أجريت للتعايش مع التضخم.

في ظل هذا المناخ المحفوف بالشكوك حول التنوع البيولوجي، ماذا ينبغي على العالَم أن يفعل؟ يُقَدِّر "برنامج الأمم المتحدة للبيئة" أن الأمر يقتضي إنفاق 76 مليار دولار سنويًّا لإقامة وإدارة مجموعة من المحميّات الموسعة لحماية الموائل الحيوية لجميع كائنات الحياة البرية. هذا الرقم غير مؤكَّد أيضًا، شأنه شأن عدد الأنواع الموجودة على كوكب الأرض، لكن اعتبِره رقمًا في لعبة من ألعاب الفيديو الناجحة التي يمكن أن تباع منها نُسَخ بقيمة 500 مليون دولار في يوم واحد. وحسب "برنامج الأمم المتحدة للبيئة"، فإن المنافع الاقتصادية للمناطق المحمية تفوق بمراحل نفقاتها التي يمكن تأمينها عبر مزيج من المصادر التقليدية وآليات التمويل المبتكرة، كالضرائب البيئية، ورسوم الخدمات التي تقدمها الأنظمة البيئية.

وكجزء من جهود الحماية، يجب على الشعوب أيضًا تخصيص المزيد من الموارد لدعم الحياة. وقد وضع "الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة" هدفًا لعام 2020، يقضي بتقييم 160 ألف نوع، أي تقريبًا ضعف الرقم الحالي، الأمر الذي قدّرت تكلفته بـ60 مليون دولار، وأقرّت بأنه يغطي تمثيلًا لا بأس به لأغلب الجماعات والأنظمة البيئية التصنيفية الأساسية. إن العَدّ والتقييم ليسا بالمهمة العلمية الأكثر إثارة، لكنهما من أكثر المهام التي يستطيع البشر القيام بها حيثيةً وأهمية، إذ إنها تُعْنَى بقياس الحياة، وحماية ما تبق منها، قبل أن تختفي تمامًا. ■

ARABICEDITION.NATURE.COM
للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/nqvdkp

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

رؤيـة كَـوْنِـيَّـة



HENRIK ANDRÉN/SLU

تحدِّي إساءة استخدام العِلْم في وضع السياسات

يقول **جويلام تشابرون** إن إساءة استخدام الأبحاث التي أجريت على الذئاب من قِبَل السياسيين السويديين يجب أن تكون تحذيرًا لجميع علماء التنوع الحيوي.

بينما يُحْكِم الشتاء الشمالي قبضته، تستعد السويد لأكبر عمليّاتها لصيد الذئاب على الإطلاق. فقد ظلت السويد لسنوات تحاول اصطياد أعداد كبيرة من الحيوانات، في مواجهة قانون أوروبي يُصنّفها كأنواع محمية. ويبدو أنّها سوف تنجح في ذلك الآن. إنّ الوضع مُقلق بالنسبة لي على نحو خاص، لأن الحكومة استخدمت بحثي الأكاديمي بشكل غير صحيح؛ لدعم زعْمها بأنّ وضع تجمُّع الذئاب قد تعافَى.

تَشِيع التوتّرات السياسية حول المجتمعات المتعافية من الحيوانات الكبيرة آكلة اللحوم في أوروبا، لكن قضية الذئاب في السويد فريدة من نوعها؛ لأن المعرفة العلمية والطريقة التي تم تفسيرها بها أصبحتا مركزّيتين في تبرير عملية الصيد. تلاعبت الحكومة السويدية المحافِظة بالنتائج العلمية لأسباب سياسية، حيث ادّعت بأن قراراتها مُدعّمة بالبحث الذي طلبَت مِنِّي القيام به، لكن هذا غير حقيقي، لأنّها انتقت من نتائج الآخرين ما يدعم موقفها، وتجاهلت الباقي. يتعارض هذا الوضع مع التصور الشائع عن الاحترام المُفترَض الذي تُكِنّه دول الشمال للاستدامة البيئية المستنِدة إلى دلائل.

هناك حوالي 400 ذئب في وسط السويد. وهذا التجمُّع ناتج بصورة رئيسة عن التزاوج الداخلي؛ فجميع الذئاب تنحدر من عدد قليل من الحيوانات التي وصلت من فنلندا منذ الثمانينات. وتسمح سياسات "الحفاظ على بيئات الكائنات الحية" الأوروبية ـ التي تحمي الذئاب *Canis lupus* ـ بتصفية محدودة لها؛ لمنع حدوث أضرار جسيمة في الثروة الحيوانية، لكنْ هناك ضغط سياسي مُستمر لتقليل أعداد الذئاب أكثر من ذلك. فعلى سبيل المثال.. يشكو الصيادون من أنه في كل عام تَقتِل الذئاب عددًا من كلاب الصيد التي يُطْلِقها أصحابها من أجل استهداف حيوان المُوظ.

وبدءًا من عام 2010، ادّعت الحكومة السويدية أن الاصطياد السنوي للذئاب ـ الذي استهدف تقليل أعدادهم إلى 210 حيوانات ـ سيُقْنِع الصيادين بدعم خطط استيراد ذئاب من فنلندا، أو روسيا؛ لزيادة التنوع الوراثي. وبالرغم من استمرار الصيد، فإن المخاوف المتعلقة بالأمراض أفْشَلَت خطة نقل الحيوانات الأجنبية.

في السنوات التالية، واجهت عمليات الصيد عديدًا من التحديات القانونية. وبحلول عام 2013، كان لدى الحكومة تبرير علمي جديد، حيث ذكرت أن الصيد كان أكثر الطرق فعالية في حل المشكلات الوراثية لمجتمع الذئاب بصورة فورية. وبناءً عليه، فإن إطلاق النار على الذئاب ذات السَّلَف الأكثر قرابة سيؤدي على الفور إلى إنقاص مُعامِل التزاوج الداخلي.

وصرّحت السلطات السويدية بأن هذه الفكرة تُعَدّ قصر نظر متعمَّدًا، حيث إن الطريقة الوحيدة لإنقاص التزاوج الداخلي على المدى الطويل هي إدخال جينات جديدة. كما فشل أيضًا مقترَح مُكَمِّل ومحفوف بالمخاطر لنقل جِرَاء وُلدت في الأَسْر إلى البرية. كانت عملية الصيد لذلك العام قد بدأت على أي حال، لكن أوقفتها المحاكم السويدية.

على الرغم من الرسائل اللاذعة من المفوضية الأوروبية التي تدعو السويد إلى التأكد من أن تجمُّع الذئاب قد وصل إلى "حالة حفظ ملائمة" FCS ـ وهو معيار إلزامي يرتبط بالتجمعات السكانية المتعافية، التي ما زالت في طور الازدهار ـ لم تستسلم الحكومة السويدية. في أواخر العام الماضي، أسقطت الحكومة مخاوفها الوراثية ـ السبب الوحيد الذي أعطته منذ 12 شهرًا فقط، لتبرير دعم عمليات الصيد ـ وأعلنت ببساطة أن الذئاب قد وصلت إلى حالة مستقرة.

هكذا تمت إساءة استخدام بحثي، ففي عام 2012، أعطتني الحكومة السويدية مهلة ثلاثين يومًا لإعداد تحليل عن حيوية تجمُّع الذئاب. هذا التحليل هو مقياس لمدى اقتراب تجمُّع من الحيوانات من خطر الانقراض، وبصورة قاطعة.. هو مقياس مُنفصل عن حالة الحفظ الملائمة، التي ترتبط بالتعافي. ولتجنُّب التفسير الخاطئ لعملي، الذي استبعد الجوانب الوراثية، حرصتُ على الكتابة في مناسبات متعددة في التقرير بأنه لا يمكن استخدامه لتقدير حالة الحفظ الملائمة، كما أكد عدد من مراجعي التقرير أيضًا على هذه النقطة.

رغم ذلك.. فقد أساءت الحكومة استخدام تقريري؛ من أجل زعم أن مجتمع الذئاب في السويد قد وصل إلى حالة حفظ ملائمة، وذلك كغطاء للسماح بالمزيد من الصيد.

> قد يولِّد الحفاظ على **التنوع الحيوي** صراعًا، لأنه يضع قيودًا على الأنشطة **البشري**

ومع استمرار الاستعدادات لعمليات الصيد لهذا العام، من الصعب العثور على حماية قانونية للذئاب. وإدراكًا منها بأن الدليل العلمي سوف يظل عقبة مستمرة، غيّرت الحكومة القانون؛ لجعل قرارات اصطياد الحيوانات الكبيرة آكلة اللحوم معفاة من الطعن القانوني. وإضافة إلى ذلك.. فقد عارضت مقترحًا بالإشارة إلى الحاجة إلى إجراء أبحاث على حالة الحفظ الملائمة في خطة العمل الأوروبية المقبلة للحيوانات الكبيرة الآكلة للحوم، محتجَّة بأن البرلمان السويدي قد صوّت عليها، وبالتالي لا حاجة إلى مثل هذه الأبحاث. وعندما تم تمويل مشروعي "مخالب وقوانين" بواسطة وكالة الحماية البيئية السويدية المستقلة ـ الذي استهدف استكشاف حالة الحفظ الملائمة ـ صرّح بعض السياسيين بعدم ارتياحهم للأمر.

أشعر بالقلق حيال إساءة استخدام الحكومة السويدية لبحثي، كما ستشكِّل استهانتها بالتشريعات الأوروبية سابقة خطيرة في مجال الحفاظ على التنوع الحيوي. إنّ التحريف العلمي الذي تم في هذه الحالة تقني وضئيل جدًّا، والذئاب لن تُباد، لكن من المهم تسليط الضوء عليه، لأنه قد يكون الأول من بين العديد من الأمثلة. قد يولِّد الحفاظ على التنوع الحيوي صراعًا، نظرًا إلى أنه يضع قيودًا على التنمية والتقاليد وغيرها من الأنشطة البشرية. لذا.. فمن المحتمل أن يكون للعلوم البيئية دور أكثر أهمية في هذه النزاعات في المستقبل.

مع تزايد الدعوات لجعل السياسات تستند إلى الحقائق العلمية، من المحتمل أن تصبح إساءة استعمالها لأغراض سياسية أكثر شيوعًا. وحتى ولو أضر بحياتهم الوظيفية وأساء لسمعتهم، يجب على الأكاديميين أن يكونوا على استعداد للإفصاح عن الاستخدام غير الأخلاقي للمعرفة العلمية، وفَضْح هذه التجاوزات التي تحدث من قِبَل السياسيين. ■

جويلام تشابرون أستاذ مشارك في الجامعة السويدية للعلوم الزراعية بريدّارهيتّان، السويد.
البريد الإلكتروني: guillaume.chapron@slu.se تويتر: @CarnivoreSci

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/V7y6JX

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نظرة شخصية على الأحداث



تقدير التكلفة الحقيقية لتقييم الأبحاث

يقول **بيتر إم. أتكينسون** إنه رغم أنّ "منظومة التميز البحثي" تحافظ على جودة العلوم في المملكة المتحدة، إلا أن العملية مرهقة بشكل مفرط لبعض المؤسسات.

حدث هذا في الأسبوع الذي سبق عيد رأس السنة، حيث كان العلماء في جميع أنحاء المملكة المتحدة ينتظرون ـ بتوتُّر ـ معرفة عدد الجوائز البرّاقة التي ستمنحها لهم الحكومة. وتلك الجوائز ـ وهي نتاج تنفيذ "منظومة التميز البحثي" REF التي أُعلن عنها في 18 ديسمبر الماضي ـ حدَّدت مَن حَظِيَ مِن الباحثين في جامعات المملكة المتحدة باستقبال سنة جديدة سعيدة.

إن حجم وأهمية هذا التقييم للأبحاث المُموَّلة تمويلًا حكوميًّا أمران يميِّزان المملكة المتحدة. وتقيِّم "منظومة التميز البحثي" ـ مرة كُلّ خمس سنوات ـ جودةَ الأبحاث في العشرات من المجالات العلمية عبر أكثر من 100 مؤسسة، وتُخصَّص المنح المالية الحكومية لهذه المؤسسات تبعًا لذلك. يتمتع الفائزون بتقييمات عالية لأقسامهم الأكاديمية، مع ضمان حصة نقدية ضخمة لدعم أبحاثهم. أما التقييم السيئ، فيضع القسم في حالة معاناة مالية، وقد يصل الأمر إلى إغلاقه.

تُجادِل الحكومة بأن هذا الفحص المنتظم ساعد على تعزيز مكانة المملكة المتحدة كقوة عظمى علمية عالمية. كما أن مؤسسة ذات تقييم ممتاز في تخصصٍ ما ـ مثل الفيزياء، أو الكيمياء ـ يمكنها أن تستخدمه في جذب الأساتذة والطلاب، لكن "منظومة التميز البحثي" تأتي بتكلفة ثقيلة (مقدار الوقت والجهد الذي تبذله المؤسسات والموظفون في إعداد التقارير المقدَّمة).

والعمل جارٍ الآن بالفعل؛ للإعداد للتقييم القادم، المتوقَّع إجراؤه في عام 2020. وينبغي على كل المشاركين التفكير في كيفية القيام به بصورة مختلفة، من أجل الإبقاء على نقاط القوة، مع تقليل عبء العمل. ربما يكون العبء الأكبر أمام المؤسسات هو اختيار الباحثين الذين سيمثلون كل مجال في التقييم. ورغم أن الأقسام والتخصصات هي ما يتم تقييمه في نهاية المطاف، إلا أن هذه التقييمات تستند في الأساس إلى نتائج الأفراد الذين يعملون فيها. وثمة أمر يتضح هنا.. فالتمويل يكون وفق عدد الأفراد. ولذا.. فمن بين كل قسمين متساويين في التقييم، يحصل مَنْ يُرسِل أعمالًا لعدد أكبر من الباحثين على المزيد من المال، لكن كلما ارتفع عدد العلماء المدرَجين؛ انخفضت الجودة الكلية للبحث المقدَّم. وحتى في أفضل الأقسام، هناك عدد محدود ممن يُعتَبَرون بحق من الباحثين الرواد في العالم.

يمكن لقسم كيمياء مكوَّن من ستين باحثًا ـ على سبيل المثال ـ أن تواجهه معاناة في تحديد ما إذا كان سيقدِّم أبحاث خمسين، أم أربعين منهم. ولاتخاذ القرار.. سيقيِّم القسم جودة كل عمل بشكل منفصل، وبعدها سيقوم بترتيب النتائج، ويحدد الخط الفاصل بين ما سيقدَّم، وما سيتم استبعاده. ولا ينبغي للقسم أن يقيّم نتاج باحثيه وفقًا لمعاييره الخاصة، لكن عليه الوضع في الاعتبار الأسلوب الذي يعتقد أن "منظومة التميز البحثي" ستستخدمه.

على القِسْم أيضًا أن يأخذ بعين الاعتبار الاختيارات التي من المحتمل أن تقوم بها الأقسام في المؤسسات المنافسة. وبطبيعة الحال، من النادر تَوَفُّر أي معلومات عن استراتيجية المنافسين. وهنا يأتي دور "نظرية اللعبة" Game Theory، لكنْ في ظل توافر بيانات قليلة تقود عملية اتخاذ القرار.

> إنّ مقدار **الجهد** الذي تتطلبه "منظومة التميز البحثي" من **المؤسسات** يستحق **إعادة التفكير.**

لقد وجدتُ في بحثي الخاص أن مثل هذه الأحكام غير دقيقة، وتختلف إلى حد كبير. لماذا؟ لأن عدم التيقُّن موجود دائمًا. فإذا طُلب من باحثين تقييم جودة عمل زميل ما، من صفر إلى عشرة، على سبيل المثال، فمن النادر أن يأتوا بنتيجة واحدة. وعدم التيقّن هذا يجعل عملية الاختيار الداخلي ككل أكثر صعوبة. فكيف يؤثر هذا على "منظومة التميز البحثي"؟ ورغم أن التأثير الاستراتيجي العام للممارسة كان إيجابيًّا على جودة العلوم في المملكة المتحدة، إلا أن مقدار الجهد الذي تطلبه من المؤسسات يستحق إعادة التفكير.

كان من الممكن تحويل جزء أكبر من عملية التقييم، ليكون آليًّا، عن طريق استخدام "البيانات الضخمة"، والتحاليل البيليومترية، والتعلم الآلي. ولتقليل عبء العمل عن المؤسسات ـ التي يشترك معظمها بالفعل في أنظمة تُسجِّل المعلومات المطلوبة ـ يجب على "منظومة التميز البحثي" تقييم أعمال كل العلماء المؤهلين، مُزيلةً بذلك جانبًا كبيرًا من عبء الاختيار. إنّ الآلة لا تستطيع الحكم على جودة المنتج البحثي، لكنْ هناك بدائل. ففي مجالات عديدة، من الممكن للتحليل البيليومتري أن يزيد من مدى الاستفادة من عملية التحكيم العلمي التي تتم بالفعل خلال عملية النشر، وكذلك التحكيم العلمي الموجود ضمنيًّا في بيانات الاستشهاد المرجع (طُرِحت هذا العام مراجعة مستقلة بشأن استخدام مثل هذه المقاييس في "منظومة التميز البحثي" في المستقبل).

تتضمن "منظومة التميز البحثي" أيضًا عددًا آخر من الأحكام غير الموضوعية على الجودة، بما في ذلك ـ للمرة الأولى هذا العام ـ التأثير الاجتماعي والاقتصادي للبحث. تُكتب تقارير التأثير تلك خصيصًا لـ"منظومة التميز البحثي"، ولذا.. فهي تضيف جهدًا كبيرًا للعملية. ويمكن القول إنه من الصعب على "منظومة التميز البحثي" الحكم على الجودة ومقارنتها في هذا المجال. فعلى سبيل المثال.. لا يوجد أي ضمان على أن شركة تعرض 200 وظيفة، واستثمارات بقيمة 20 مليون يورو (31 مليون دولار أمريكي) سيتم الحكم على تأثيرها بأنه أكبر من أخرى تعرض 20 وظيفة، واستثمارات بقيمة 2 مليون يورو. إنّ الاحتكام إلى مقارنة الأرقام آليًّا ليس مجديًا هنا، لكن هناك مجال للمزيد من التعبير القياسي للأبعاد التي يتم تقييم التأثير باستخدامها، والمعايير التي يتم الحكم على الجودة على أساسها.

مع تزايد قدرة المؤسسات على الوصول إلى البيانات الضخمة، وتحسُّن التكنولوجيا، يصبح من المنطقي استخدام جميع البيانات المتاحة في إعلان الأحكام. وثمة فائدة واضحة هنا؛ فمن الممكن أن يتم تحديث "منظومة التميز البحثي" سنويًّا بالاستناد إلى صورة إلكترونية. هذه التغييرات لن تجعل المنظومة كاملة، لكنها ليست كاملة الآن على أية حال. ورغم ذلك.. سيقل العبء الخاص بها، وستسمح للمؤسسات بالتركيز على البحث. ■

بيتر إم. أتكينسون أستاذ الجغرافيا في جامعة ساوثهامبتون، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: p.m.atkinson@soton.ac.uk

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/5Wo2Hy

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أضـواء على الأبحـاث مقتطفات من الأدبيات العلمية

البيئة الزراعية

مبيدات ترتقي في السلسلة الغذائية

لم يفشل مبيد حشري محظور في بعض المناطق ـ لتأثيره على النحل ـ في قتل آفات معينة فحسب، لكنه أضر أيضًا بالحيوانات المفترسة التي تغذت من خلال هذه المناطق.

تستخدم المبيدات الحشرية نيونيكوتينويد على محاصيل عديدة، بما في ذلك نباتات فول الصويا، التي تتغذى عليها آفات الرخويات (*Deroceras reticulatum*).

وقد عرضت مارجريت دوجلاس وزملاؤها ـ بجامعة ولاية بنسلفانيا في يونيفرسيتي بارك ـ الرخويات في المختبر إلى نباتات فول صويا مستنبَتة من بذور مغلفة بمبيد نيونيكوتينويد، ثياميثوكسام. ووجد الباحثون أن الرخويات لم تتأثر، لكن أكثر من 60% من الخنافس الأرضية (*Chlaenius tricolor*، **في الصورة**) ـ التي تتغذى على الرخويات ـ ماتت، أو اعتراها اعتلال، مثل الشلل. وفي دراسات ميدانية، حدَّ ثياميثوكسام أيضًا من عدد الحيوانات المفترسة للرخويات، وخفَّض غلة فول الصويا بنسبة 5%.

وتشير النتائج إلى الآثار غير المباشرة، وغير المقصودة لمبيدات نيونيكوتينويد على أنواع غير مستهدفة، بالإضافة إلى الآثار المباشرة المعروفة، وفق رأي الباحثين.

J. Appl. Ecol. **http://doi.org/xqr (2014)**



DAVID FLEETHAM/OCEANWIDEIMAGES.COM

سلوك الحيوان

سَمَك يتبع التمويه الكيميائي

تفرز سمكة تعيش في الشِّعاب المرجانية رائحة مطابِقة لرائحة الشعاب المحيطة بها؛ مما يحجبها عن الحيوانات المفترسة. يعيش سمك (*Oxymonacanthus longirostris*، في الصورة) حول الشعاب في المحيط الهادئ والمحيط الهندي، ويتغذى على أنواع معينة من المرجان. اختبر فريق بحثي بقيادة روهان بروكر ـ من جامعة جيمس كوك في ولاية كوينزلاند، أستراليا ـ ما إذا كان السمك الذي يعيش في أحواض يتخفى عن طريق إطلاق رائحة مشابهة لتلك التي تفرزها الشعاب المرجانية التي يأكلها السمك، أم لا. عندما عرض الباحثون على نوع من السرطانات التي تقطن الشعاب المرجانية رائحة السمك الذي تغذى على هذا المرجان، وجدوا أن السرطانات فضَّلت هذا السَّمَك على الحيوانات التي تغذت على مرجان آخر. يشير هذا إلى أن النظام الغذائي للسمك يؤثر على رائحته. وبالإضافة إلى ذلك.. وجد سمك القدّ المفترس صعوبة في اكتشاف فريسته عندما كان بالقرب من الشعاب المرجانية التي تغذى منها. تقدِّم الدراسة أول دليل على تمويه كيميائي في الفقاريات.

Proc. R. Soc. B **http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2014.1887 (2015)**

هندسة

هواتف ذكية تشم الغازات

يمكن استخدام تقنية شائعة في الهواتف الذكية تتيح التواصل قصير المدى؛ للكشف عن مواد كيميائية محمولة جوًّا. توجد رقائق اتصالات الحقل القريب في نصف مليار من الأجهزة النقالة في أنحاء العالم. تتواصل الأجهزة لاسلكيًّا مع بطاقات خارجية صغيرة، وتُستخدم في أنظمة الدفع التي تعمل بدون تماس، على سبيل المثال. قام فريق بحثي من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج، بقيادة تيموثي سواجر، بتعديل الدوائر في البطاقات الخارجية باستخدام مواد نانوية تُعتبر حساسة لبعض المواد الكيميائية. وعند وجود غاز معين، تتعطل دوائر البطاقات، ولا يُعَدّ الهاتف الذكي قادرًا على قراءة البطاقة. وعن طريق مسح مجموعات من البطاقات، كل واحدة منها حساسة لمادة كيميائية مختلفة، يمكن للفريق التمييز بين غازات محددة، من بينها الأمونيا، وبخار بيروكسيد الهيدروجين، وبخار الماء؛ وصولًا إلى مستوى أجزاء في المليون (من الغاز).

يقول الباحثون إنه يمكن استخدام هذا النظام في الكشف عن المتفجرات، أو التلوث، أو غيرها من التطبيقات.

Proc. Natl Acad. Sci. USA **http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1415403111 (2014)**

علم الجليد

فقدان الجليد في القطب الجنوبي

IAN GRETTENBERGER

الأنهار الجليدية التي تصب في بحر أمندسن في القارة القطبية الجنوبية هي من أسرع الأنهار ذوبانًا في القارة، والتي فَقدت في السنوات الأخيرة جليدًا بمعدل أسرع من أي وقت مضى. وقد أسفرت تقنيات مختلفة للاستشعار من بُعْد عن تقديرات متفاوتة قليلًا لمقدار ذوبان الجليد من أنهار أمندسن الجليدية. قارن تايلر ساترلي وزملاؤه ـ بجامعة كاليفورنيا في إيرفين ـ ووفَّقوا بين أربعة أساليب لقياس الجليد. ووجد الباحثون أنه بين عامي 2003 و2009 تَسَارَع اختفاء جليد أمندسن بمعدل

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أسرع بثلاث مرات تقريبًا منه في الفترة بين عامي 1992 و2013 بأكملها.

تعزِّز النتائج الثقةَ في مختلف أساليب قياس الجليد، وتؤكد مدى سرعة ضخ هذه الأنهار الجليدية للجليد في البحر.

Geophys. Res. Lett. **http://doi.org/xms (2014)**

علم الأنثروبولوجيا

كيف ازدهرت مدينة المايا، ثم اندثرت

ازدهرت واحدة من كبرى مدن حضارة المايا في غابة استوائية من خلال استخدام تقنيات متطورة في الزراعة ورعاية الغابات وإدارة المياه، حيث قام ديفيد لنتز وزملاؤه ـ بجامعة سينسيناتي في ولاية أوهايو ـ بمسح غابات حديثة في موقع تيكال بجواتيمالا، وهو موقع مدينة عَجَّت بالحركة منذ 1400 سنة تقريبًا. ومن خلال تحليل عينات أثرية لنباتات وتربة؛ خلص الباحثون إلى أن شَعْب تيكال انتهج الزراعة المكثفة للأرض، وذلك باستخدام الري والمدرجات، على سبيل المثال. ووضعوا أيضًا نظامًا معقدًا لتجمع مياه الأمطار وتوزيعها. ومع ذلك.. عندما بدأ موسم جفاف قرابة عام 850 بعد الميلاد، لم تتمكن نظم تيكال من مواكبة تزايد عدد السكان؛ مما أدّى إلى زوال المدينة العظيمة.

Proc. Natl Acad. Sci. USA **http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1408631111 (2014)**

T. WALKER/PHOTRI IMAGES/ALAMY

فيزياء

تعزيز قياسي لإلكترون

استخدم فيزيائيون أشعة ليزر؛ لزيادة كمية الطاقة التي تكتسبها الإلكترونات في كل متر بأكثر من قيمتين أُسِّيَّتَين، مقارنةً بالمعجِّلات التقليدية.

يمكن استخدام المصادمات التقليدية في تسريع الجسيمات إلى مستويات طاقة أكبر بكثير، لكن على مدى عدة كيلومترات. وقد استخدم ويم ليمانز وزملاؤه ـ بمختبر لورنس بيركلي الوطني في كاليفورنيا ـ نبضات ليزر مكثفة للغاية، وغازًا متأيِّنًا؛ لزيادة طاقة الإلكترونات عبر مسافات أصغر من ذلك بكثير. وعبر توجيه النبضات من خلال قنوات في البلازما، أنتج الباحثون مجالات كهربائية قوية؛ زادت من طاقة الإلكترونات المدخلة إلى 4.2 جيجا إلكترون فولت ـ وهي أعلى طاقة تحققت على الإطلاق في نظام قائم على الليزر ـ فيما يزيد قليلًا على 9 سنتيمترات.

يقول الباحثون إن هذه التقنية يمكن أن تُستخدم في تصنيع معجلات خطية عالية الطاقة وأصغر حجمًا، وإنتاج أنظمة محمولة تستخدم الأشعة السينية المنبعثة من الإلكترونات لفحص المواد.

Phys. Rev. Lett. 113, **245002 (2014)**

الغلاف الجليدي

جليد القطب الجنوبي الذائب قد لا يعود

قد لا تكون هناك رجعة في ذوبان الجليد حول القارة القطبية الجنوبية، نتيجة لظاهرة الاحتباس الحراري.

استخدم جيف ريدلي وهيلين هويت ـ من مركز هادلي، التابع لمكتب الأرصاد البريطاني في إكسيتر ـ نموذجًا للمناخ العالمي؛ من أجل دراسة كيفية استجابة الجليد البحري القطبي للمناخات المتغيرة. ووجد الباحثان أن الجليد البحري بالقطب الشمالي يذوب، ويتكون استجابةً لدرجات الحرارة المتغيرة عند زيادة تركيزات ثاني أكسيد الكربون في النماذج أولًا، ثم خفْضها تدريجيًّا إلى مستويات عصر ما قبل الصناعة. أما في القطب الجنوبي، فيعود الجليد البحري في البداية، لكنه لم يستعِدْ مستوياته بحلول نهاية المحاكاة، حتى بعد 150 سنة أخرى من مستويات ثاني أكسيد الكربون قبل الثورة الصناعية.

هذا النقص في تجدد الجليد هو نتيجة لامتصاص المحيط الجنوبي للحرارة بشدة، الذي يستمر في تسخين أجزاء من البحار المحيطة بالقارة القطبية الجنوبية بعد فترة طويلة من عكس ظاهرة الاحتباس الحراري، وفقًا لما ذكره الباحثون.

Geophys. Res. Lett. **http://doi.org/xh3 (2014)**

عِلْم الفَلَك

رصْد كوكب خارجي من الأرض

باستخدام تليسكوب أرضي متواضع الحجم، رصد فلكيون كوكبًا ضعف حجم كوكب الأرض، وهو يمر أمام النجم المضيف له.

يدرس الباحثون الكواكب خارج النظام الشمسي عادةً باستخدام تليسكوبات فضائية، أو تليسكوبات أرضية أكبر منها بكثير، لكن الدراسات التي تستخدم تليسكوبات فضائية مكلفة، فضلًا عن أن الوصول إلى المرافق الكبيرة الأرضية محدود. لهذا.. استخدم فريق من الباحثين، بقيادة إرنست دي مويج ـ الذي يعمل في الآن في جامعة كوينز في بلفاست، المملكة المتحدة ـ تليسكوبًا أصغر في لا بالما، إسبانيا؛ لدراسة نجم شبيه بالشمس، يُدعى كانكري 55. وكانت قياسات العلماء لحجم واحد من الكواكب المعروفة للنجم مشابهة لتلك التي تم الحصول عليها باستخدام تليسكوبات مدارية. يرى الباحثون أن هذه الدراسات الأرضية قد تستكمل تلك التي تَستخدِم تليسكوبات فضائية.

Astrophys. J. Lett. 797, **L21 (2014)**

سلوك الحيوان

خفافيش ترفرف بأجنحتها؛ للتنقُّل

تتمكن أنواع من الخفافيش غير القادرة على استخدام السونار في استشعار بيئتها خلال التنقل من استخدام أصداء ناجمة عن رفرفة أجنحتها. ومن المرجح أنها صورة أولية بدائية من تحديد الموقع عن طريق الصدى.

درس باحثون بقيادة أرجان بونمان، ويوسي يوفيل ـ من جامعة تل أبيب في إسرائيل ـ ثلاثة أنواع من خفافيش الفاكهة البرية في العالم القديم، التي لا تحدد موقعها بالصدى (*Cynopterus brachyotis*، **في الصورة**). ووجد الباحثون أن خفافيش نوعين رفرفت بأجنحتها على نحو أكثر تواترًا في الظلام مما فعلت في الضوء، وأمكنها العثور على أجسام كبيرة، والهبوط عليها، على الرغم من أنها فشلت في الكشف عن عقبات صغيرة. وعندما ربط الباحثون أجنحة الخفافيش بشريط، توقفت الرفرفة، دون تحديد لآلية الرفرفة على وجه الدقة.

يشير الباحثون إلى أن هناك الكثير مما يمكن تعلُّمه عن تطور تحديد الموقع بالصدى من خفافيش الفاكهة هذه.

Curr. Biol. http://doi.org/xmr (2014)

اختيـــار المجتمـــع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

مقاييس بديلة تجتذب المُمَوِّلين

في العصر الرقمي، هناك عدد متزايد من الباحثين والناشرين يستخدمون ما يزيد على مجرد أعداد الاستشهادات في تتبُّع أثر مقالاتهم. وفي مقال منشور في دورية "بلوس بيولوجي" *PLoS Biology*، يقول ثلاثة باحثون ـ من وكالة رئيسة لتمويل الأبحاث في المملكة المتحدة ـ إن مقاييس بديلة ـ أو altmetrics، كالتنويه في وسائل الإعلام الاجتماعي ـ من شأنها أن تساعد الممولين على قياس الوصول الكامل إلى الأبحاث التي يدعمونها. وقد استخدم بعض الباحثين بالفعل هذه المقاييس في صالحهم. أوضح فرناندو مايستري ـ عالِم البيئة بجامعة الملك خوان كارلوس في مدريد ـ على مدوّنة مختبره كيفية تضمينه للمقاييس البديلة في طلب منحة ناجح في وقت سابق من هذا العام، لكنْ الجميع ليسوا مقتنعين بأن المقاييس الجديدة مفيدة للعلوم. فقد أثار جون جيليارد ـ عالِم الطفيليات البيطرية في جامعة كالجاري في كندا ـ تساؤلًا على تويتر: "هل ستسفر زيادة التركيز على المقاييس البديلة عن الضغط على الباحثين "للمبالغة" في نتائجهم؟"

PLoS Biol. 12, **e1002003 (2014)**



استنادًا إلى بيانات موقع altmetric.com، فإنّ موقع Altmetric تدعمه ماكميلان للعلوم والتعليم، التي تمتلك مجموعة "Nature" للنشر.

NATURE.COM
للاطلاع على المزيد من الأبحاث المُتَداوَلة.. انظر:
www.nature.com/xep8gv

ثلاثون يومًا موجـز الأخبـار

BRENT LEWIS/THE DENVER POST/GETTY



نجاح اختبار "ناسا" لأوريون

قامت "ناسا" بتدشين الجيل الجديد من مركبات الفضاء المُعَدَّة لإرسال رواد الفضاء إلى أعماق الفضاء، وذلك في رحلة إقلاع مدهشة (في الصورة) في الخامس من ديسمبر الماضي من كيب كانافيرال بولاية فلوريدا. ففي رحلة بدون طاقم لاختبار تَحَمُّل أنظمتها للبيئات مرتفعة الإشعاعات، نفّذت الكبسولة أوريون دورتين كاملتين تقريبًا حول الأرض قبل أن تهبط شرقي المحيط الهادئ (انظر: go.nature.com/zmwarj). وفي أقصى ارتفاع لها من الأرض، حلقت أوريون على ارتفاع 5,800 كم من الأرض، وهو أقصى ارتفاع تصل إليه مركبة مخصصة لحمل رواد الفضاء منذ الرحلة الأمريكية الأخيرة إلى القمر، التي قامت بها المركبة أبوللو 17 في عام 1972. وفي سياق متصل، نجحت الوكالة اليابانية لاستكشاف الفضاء في إرسال مسبارها "هايابوسا 2" Hayabusa-2 في رحلة لجمْع عيِّنات من كويكب، ثم العودة إلى الأرض مرة أخرى.

منشآت

شريك في التليسكوب

أعلنت الهند في الثاني من ديسمبر الماضي أنها بصدد الانضمام إلى اتحاد يضم مؤسسات من الصين واليابان والولايات المتحدة؛ لتصبح شريكًا كاملًا معهم في تليسكوب الثلاثين مترًا. تؤمن تلك الصفقة للعلماء الهنود استخدام هذا التليسكوب الذي ينتمي إلى الجيل الجديد من التليسكوبات، الذي سيكون أحد أكبر التليسكوبات في العالم عند افتتاحه في مونا كيا في هاواي في عشرينات القرن الحالي، طبقًا لما هو مخطط له. يأتي ذلك في الوقت الذي أعطت فيه مؤسسة أخرى ـ في الأسبوع الأول من ديسمبر الماضي ـ الضوء الأخضر لإنشاء تليسكوب التسعة وثلاثين مترًا الأوروبي الضخم فوق قمة سيرو أمازونز في شيلي.

أبحاث

عودة المُصادِم

أكَّد المختبَر الأوروبي لفيزياء الجزيئات "سيرن" ـ الذي يقع بالقرب من جنيف في سويسرا ـ أن مصادم الهادرونات الكبير سيعاد تشغيله في مارس 2015، طبقًا للمخطط. يأتي ذلك بعد أن أُغلِق المصادم لعامين، تم خلالهما تحديث المسرع والكواشف؛ لتتحمل العمل عند طاقة تَصَادُم قياسية، هي 13 تريليون إلكترون فولت. وفي الوقت الحالي، ومع استمرار إجراء عمليات التبريد، أوشك الجهاز على الوصول إلى درجة الحرارة التي يعمل عندها، وهي 1.9 كلفن ، وفي التاسع من ديسمبر الماضي، تم تشغيل المغناطيسات في قطاع واحد حتى مستويات التشغيل بنجاح.

إيقاف دراسة

أعلن فرانسيس كولينز ـ مدير معاهد الصحة الوطنية الأمريكية ـ في الثاني عشر من ديسمبر الماضي أن الوكالة ألغت خططًا لدراسة صحة الطفل، وهي الدراسة التي كانت ستستمر لعدة عقود. كان الغرض من "الدراسة الوطنية حول الأطفال" التي كَلَّف الكونجرس الأمريكي في عام 2000 بإجرائها، تقييم تأثير العوامل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية والنفسية الاجتماعية على مئة ألف طفل منذ ولادتهم، حتى بلوغهم سن 21 عامًا. شملت الجهود المبذولة قبل التوقف إنفاق المعاهد 1.2 مليار دولار أمريكي، وكذا تسجيل نحو 5,700 طفل في دراسة تمهيدية بأربعين مركزًا، إلا أن المشروع أُجِّل تنفيذه، نتيجة لخلافات علمية ومشكلات إدارية. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/i8xwyy.

"بَب بِير" يردّ الهجوم

رفع فريق "بَب بِير" PubPeer ـ وهو موقع لمناقشة المقالات العلمية ـ طلبًا إلى المحكمة في العاشر من ديسمبر الماضي؛ لإبطال أمر الاستدعاء الذي طلبه الباحث في أمراض السرطان، فازلول ساركار، الذي يعمل بجامعة وين ستيت في ديترويد بولاية متشيجان. يقول ساركار إن التعليقات التي وضعها مجهولون على عمله على موقع "بب بير" تسيء إلى سمعته، وإنها تسببت في سحب جامعة ميسيسيبي في مدينة أكسفورد لعرض عمل كان معروضًا عليه، بعد رؤية تلك التعليقات. كان ساركار قد طلب من المحكمة استدعاء فريق "بب بير"؛ للكشف عن هوية المعلقين (انظر: http://doi.org/w68; *Nature* 2014)، بينما يدفع فريق "بب بير" في طلبهم بأن التعليقات غير مسيئة للسمعة، وأن أمر الاستدعاء يهدد حرية التعبير عن الرأي، المطلوبة من أجل التقدم العلمي.

تمويل

لقاحات الإيبولا

أعلنت منظمة تحالف اللقاحات والتحصين "جافي" Gavi ـ التي تقع في جنيف بسويسرا ـ في الحادي عشر من ديسمبر الماضي عن تعهدها بالتبرع بمبلغ 300 مليون دولار أمريكي؛ لشراء ما يقرب من 12 مليون جرعة من لقاحات الإيبولا؛ لتحصين

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

STEVEN J. KAZLOWSKI /GHG/AURORA PHOTOS

التجمعات السكانية المعرضة للإصابة. يأتي ذلك في الوقت الذي ترقب فيه "جافي" توصيات منظمة الصحة العالمية حول لقاح آمِن وفعال. تُجرى التجارب الإكلينيكية حاليًّا على اللقاحات، ومنها اللقاح الذي طورته شركتا "ميرك" Merc، و"نيولينك" Newlink، والذي أعلن الباحثون عن تعليقه في الحادي عشر من ديسمبر الماضي، بعد أن اشتكى أربعة مرضى من آلام بالمفاصل بعد أخْذ اللقاح. وإضافة إلى التمويل لتوفير اللقاح، التزمت "جافي" بتوفير تسعين مليون دولار إضافية؛ للمساعدة في إدخال اللقاحات إلى الدول المتضررة من وباء الإيبولا، وإعادة بناء الأنظمة الصحية بها.

أحداث

رُزَم أوراق أينشتاين

أصبحت الآلاف من رسائل وكتابات ألبرت أينشتاين متاحة بالمجان على موقع على شبكة الإنترنت، تم إطلاقه في الخامس من ديسمبر الماضي. الموقع بمثابة مشارَكة بين كل من دار جامعة برينستون للنشر بولاية نيوجيرسي، والناشر الرقمي تيزرا بولاية رود آيلاند، والجامعة العبرية في القدس، ومعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في باسادينا. أوراق أينشتاين الرقمية (.go.nature com/grg6rh) تحتوي على خمسة آلاف مستند منسوخ ومترجَم إلى الإنجليزية، تؤرخ للأربعة وأربعين عامًا الأولى من حياة أينشتاين. وفي النهاية، سيتضمن الموقع كل أوراق العالِم الفيزيائي المحفوظة.



سياسات

بيئة مُهدَّدة

اقترحت المزارع السمكية التابعة للإدارة الوطنية الأمريكية للمحيطات والغلاف الجوي (NOAA) ـ في الثاني من ديسمبر الماضي ـ وصف أكثر من 906,000 كيلومترات مربعة في بحار بيرينج، وتشوكشي وبيوفورت بأنها بيئة حرجة لفقمات القطب الشمالي الحلقية (*Phoca hispida hispida*)، حيث يهدد تقلص الثلوج البحرية وانخفاض معدلات تساقط الثلوج هذه الحيوانات (**في الصورة**) التي تغذِّي صغارها في كهوف ثلجية، وتستخدم أيضًا الأرصفة الجليدية في الانسلاخ وأنشطة أخرى. وفي ظل الوصف المقترَح، فإنه يتوجب على الوكالات الفيدرالية التي تموِّل أو تشرف على أنشطة (مثل عمليات استخراج البترول) استشارة المزارع السمكية التابعة للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي أولًا، قبل القيام بأي أعمال.

الميزانية الأمريكية

في الثالث عشر من ديسمبر الماضي، مرر مجلس الشيوخ الأمريكي ميزانية للإنفاق بقيمة 1.1 تريليون دولار أمريكي، جزء منها سيُستخدم في تعزيز تمويل وكالة "ناسا"، و"المؤسسة الوطنية للعلوم" في السنة المالية 2015. كما سيتم تخصيص 5.4 مليار دولار من المبلغ لإنفاقهم في المساعَدات، وتمويل أبحاث وباء الإيبولا المتفشي في غرب أفريقيا، بالإضافة إلى زيادة ضئيلة بنحو 0.5% فقط لإجمالي تمويل معاهد الصحة الوطنية الأمريكية. ومن المنتظر أن يوقع الرئيس باراك أوباما على الميزانية، لتتحول إلى قانون؛ محدِّدةً بذلك ميزانية الوكالات الأمريكية حتى الثلاثين من سبتمبر 2015. وللاطلاع على المزيد.. انظر: .go.nature.com/tkm71a

تنظيم التجارب

قد يصبح إجراء تجارب إكلينيكية في العديد من المواقع بالولايات المتحدة أكثر سهولة، بفضل مسودة سياسة أصدرتها معاهد الصحة الوطنية (NIH) في الثالث من ديسمبر الماضي. في الوقت الحالي، يجب أن تلتزم الدراسات التي تتضمن مشارَكة بشرية بمتطلبات مجلس المراجعة المؤسسي من حيث الجانب الأخلاقي، ومقاييس السلامة، إلى جانب الحصول على موافقة المشارِك، بعد إعلامه بكافة أبعاد التجربة، وذلك في كل موقع على حدة، لكن القوانين قد تتباين على نحو واسع. سيسمح اقتراح معاهد الصحة الوطنية للجنة واحدة بالإشراف على كل المراكز المشتركة في تجربة بعينها، وهو ماسيؤدي ـ على حد قول الوكالة ـ إلى اختصار الإجراءات الورقية، وتعجيل وتيرة الأبحاث. كانت مسودة السياسة مطروحة للتعقيب عليها حتى التاسع والعشرين من يناير الماضي.

الطاقة النووية

أعلن الرئيس الروسي فلاديمير بوتين، ورئيس الوزراء الهندي ناريندرا مودي في الحادي عشر من ديسمبر الماضي عن مجموعة من الاتفاقيات في مجالات النفط، والدفاع، والطاقة النووية، تشمل خطة لشركة تابعة للحكومة الروسية، متخصصة في الطاقة النووية؛ لإمداد الهند بما لا يقل عن 12 مفاعلًا جديدًا على مدار العشرين عامًا القادمة. سعت الحكومة الهندية لتوسيع إمكانياتها في مجال الطاقة النووية، بالرغم من المعارضة الشعبية القوية (انظر: *Nature* http//doi.org/ckcr86; 2011). وسوف يتم وضع ستة من المفاعلات في محطة كودانكولام للطاقة، التي تقع بالقرب من الطرف الجنوبي للهند، والتي تضم بالفعل مفاعلين روسيين (انظر: *Nature* **499**, 258-259; 2013).

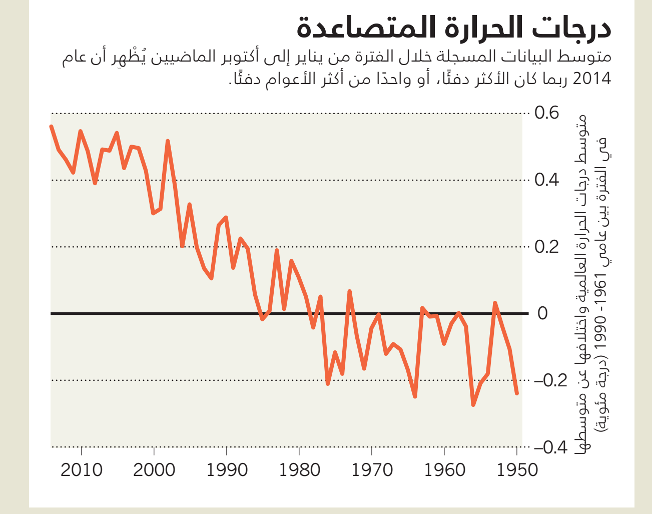
شخصيات

عالِم في مجال الأدوية

صدّق مجلس الشيوخ الأمريكي في الثامن من ديسمبر الماضي على تعيين الفيزيائية إيلين ويليامز في منصب مدير وكالة مشروعات الأبحاث المتطورة (ARPA-E) التابعة لوزارة الطاقة. ستقوم ويليامز ـ من خلال منصبها الجديد ـ بالإشراف على برنامج جديد لتمويل تكنولوجيات واعدة في مجال الطاقة، مازالت حديثة جدًّا، بحيث لا يرغب القطاع الخاص في الاستثمار فيها. جدير بالذكر أن ويليامز حصلت على إجازة مؤقتة من جامعة ميريلاند في كوليدج بارك، لتشغل منصب كبير علماء شركة BP البريطانية للنفط والغاز منذ عام 2010، حتى الآن.

مراقبة الاتجاهات

تُوُقِّعَ أن يسجل متوسط درجة الحرارة العالمية أقصى ارتفاع له في العام الماضي 2014، طبقًا لمتوسط القياسات التي طرحها مكتب الأرصاد الجوية البريطاني، ووحدة أبحاث المناخ بجامعة شرق أنجليا، والمركز الوطني للبيانات المناخية بالإدارة الوطنية الأمريكية للمحيطات والغلاف الجوي، ومعهد جودارد لدراسات الفضاء التابع لوكالة ناسا (انظر الرسم البياني). كما سلط تقرير صادر عن المنظمة العالمية للأرصاد الجوية في سويسرا ـ في الثالث من ديسمبر الماضي ـ الضوء على الفيضانات الشديدة التي حدثت في عام 2014 في كل من جنوب أفريقيا، وشمال باكستان، والهند.



SOURCE: WMO

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك متابعة التحديث الأسبوعي للأخبار من خلال التسجيل على:
go.nature.com/hntmqc

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أخبـــار في دائرة الضـوء

أبحاث تلقي دورية *Nature* نظرة على ما يحمله العام الجديد لمستقبَل العلوم **ص. 18**

صحة عامة سرعة تشخيص الإيبولا على الصعيد المحلي مسألة جوهرية لإيقاف انتشارها **ص. 20**

الزلازل إنذارات منطقة المحيط الهندي تفشل في الوصول إلى الناس الأكثر عرضةً للخطر **ص. 22**

عام من العلوم العلماء العشرة الأبرز في 2014 **ص. 31**





ESTEBAN FELIX/AP

ستتعرض بحيرة نيكاراجوا للتجريف بامتداد قناة طولها 105 كم، كجزء من مشروع القناة العظيمة.

تنمية

نيكاراجوا تتحدى الاحتجاجات المناهِضة لحفر القناة

العلماء ينادون بإجراء تقييم بيئي مستقل.

لوكاس لورسين، من ماناجوا

تعلّق نيكاراجوا آمالًا عريضة على مشروع القناة العظيمة، الذي تبلغ تكلفته 50 مليار دولار. سيستغرق العمل في هذا المشروع خمسة أعوام، ليربط ساحلها على البحر الكاريبي بساحلها على المحيط الهادئ عبر مجرى مائي يبلغ طوله 280 كيلومترًا. يقول دانييل أورتيجا، رئيس دولة نيكاراجوا، وآخرون من مشجعي المشروع، الذين احتفلوا ببدء العمل فيه في 22 ديسمبر الماضي، إن هذه القناة سوف تولد دخلًا يحتاج إليه بشدة سكان هذا البلد الذي يحتل المرتبة الثانية في قائمة الدول الأكثر فقرًا في النصف الغربي من الكرة الأرضية.

ومع هذا.. فقد أثارت خطة المشروع احتجاجات من سكان المناطق المحاذية لمسار القناة المقترح، ومن علماء من شتى أنحاء العالم (A. Meyer and J. A. Huete-Peréz *Nature* **506**, 287–289; 2014)، حيث اتهموا حكومة نيكاراجوا والشركة الصينية المشرفة على المشروع بتجاهل عملية تقييم الأثر البيئي. وما إنْ تمّ نشر تقرير تقييم الأثر البيئي والاجتماعي لهذا المشروع في إبريل 2015 متأخرًا عن موعد نشره المحدد سابقًا في نوفمبر 2014، حتى قامت مجموعة من الباحثين بغير تكليف رسمي بعمل ما عجزت عنه الحكومة، وهو: إصدار تقييم مستقل للتأثير المحتمل لهذا المشروع.

جرت العادة في نيكاراجوا، قبل البدء في أي مشروع بنية تحتية ضخم، أن تقوم لجنة مستقلة بإعداد تقرير عن أثره البيئي، ثم تقوم وزارة البيئة بالاطلاع على التقرير وإصدار توصياتها في مدة 6-8 أشهر، حسب ما قال المهندس فيكتور كامبوس، مدير مركز «ألكسندر فون هومبولت»، الذي يصنف كمنظمة بيئية غير ربحية في ماناجوا، إلا أن هذه القواعد لم تطبق على هذه القناة، إذ تم تمرير قانون في عام 2013 يستثنى المشروع من عملية تقييم الأثر البيئي المعتادة.

قامت شركة HKND في هونج كونج، التي تقوم بتنفيذ المشروع بإجراء تقييمها الخاص. وتقول الشركة إن مسودة هذا التقييم أُتيحت للاطلاع للجمهور في يناير الماضي، كما سيتم إصدار التقرير النهائي في شهر مارس أو إبريل. كانت الشركة قد قدمت عرضًا استغرق ثماني ساعات في ماناجوا في نوفمبر 2014، وصفه النقاد بأنه قلل من شأن التأثيرات البيئية المحتملة بصورة كبيرة. ولم يستجب الناطق الرسمي باسم الحكومة لطلبات الحصول على معلومات عن عملية التقييم.

لذا.. شرع العلماء في تكوين لجنة تقييم خاصة بهم. وخلص تقييمهم الذي استُكمل في شهر سبتمبر الماضي من قِبَل مركز «ألكسندر فون هومبولت» إلى أن القناة سوف تكون لها «آثار بيئية واسعة المدى»، ولم يكن لتتم الموافقة عليها وفقًا لقواعد نيكاراجوا المعتادة. وفي شهر نوفمبر الماضي، أعد المشاركون في ورشة عمل علمية استضافتها أكاديمية العلوم في نيكاراجوا في ماناجوا قائمة بالمخاوف البيئية حول مشروع القناة. قال لويس زامبرانو، الباحث المتخصص في الحفاظ على المياه بجامعة المكسيك الوطنية المستقلة في مكسيكو سيتي، وأحد العلماء الـ13 الدوليين الذين دعوا للمشاركة في ورشة العمل: «ليس بوسعنا تقديم أي نصيحة، ولكننا نستطيع أن نطرح الأسئلة المهمة التي ينبغي الإجابة عليها قبل الإقبال على مشروع بهذه الضخامة».

على رأس قائمة المخاوف البيئية، يأتي التأثير المحتمَل لمشروع القناة على بحيرة نيكاراجوا، أكبر بحيرات أمريكا الوسطى، التي سيتم تجريفها إلى عمق 30 مترًا على امتداد القناة التي يبلغ طولها 105 كيلومترات. ويتوقع أن يتسبب تجريف القناة وعمليات الصيانة التابعة له في زيادة تعكير مياه البحيرة، وإنقاص مستويات الأكسجين بها، نتيجة لخضخضة رواسب القاع. وتشمل التبعات المحتملة لهذه العملية نفوق السمك، وانتشار الطحالب الزرقاء المخضرّة؛ مما قد يجعل مياه البحيرة غير صالحة للشرب.

مدخل للأنواع الغازيّة

يتضمن مخطط القناة أيضًا إنشاء بحيرة صناعية على مساحة 400 كيلومتر مربع بالقرب من نهاية القناة على البحر الكاريبي. وقد عبَّر الباحثون عن مخاوفهم من أن هذه البحيرة ستفتح الممرات المائية في البلاد للأنواع ◀

◄ الغازِيّة، كما حدث من قبل في مشروعات تنمية أخرى (انظر: «توسيع قناة السويس»).

وفي الوقت ذاته، يمكن للقناة أن تشكل عائقًا أمام الحيوانات التي تعيش في المنطقة. ففي الطرف الشرقي، سوف تمر هذه القناة عبر محمية «سيرو سيلفا» الوطنية، التي تمتد على مساحة 286,000 هكتار من الغابات المحمية. ويمكن أن تؤثر هذه القناة بدرجة كبيرة على مسارات هجرة الحياة البرية، حسب قول روبرتو سالومبيريز، المنسق الإقليمي لبرنامج نمور أمريكا الوسطى لمنظمة «بانثيرا» الخيرية التي تعمل في مجال الحفاظ على البيئة في كوستاريكا، إلا أنه قال أيضًا إن بمقدور الحيوانات أن تتعايش مع البِنْيَة التحتية، إذا ما تم التخطيط لها بصورة جيدة. «نعرف أن النمور الأمريكية والثدييات الكبيرة الأخرى تستطيع أن تعبر قناة بنما، إلا أن هذا الأمر ممكن، لأن جُزُر بارو كولورادو المحمية جيدًا تقوم بدور حجر العبور لهذه الأنواع، ولأن المناطق المحمية تحيط بالقناة».

يعيش حوالي 2% من سكان نيكاراجوا بمحاذاة المسار المقترح للقناة. ويقدِّر مركز «ألكسندر فون هومبولت» أن منطقة القناة سوف تمر عبر ما يقارب 282 حيًّا، من بينهم قطاع كبير من أراضي السكان الأصليين. ويعطي امتياز القناة شركة HKND الحق في الاستيلاء على هذه الأرض وغيرها. كما ذكر مواطنون آخرون ممن يقطنون مناطق بعيدة عن مسار القناة أن مهندسي مساحة صينيين أتوا لزيارة مناطقهم مع مرافقين من شخصيات عسكرية بنيكاراجوا. وفي منتصف شهر ديسمبر الماضي، تظاهر الكثيرون في ماناجوا، احتجاجًا على مشروع القناة.

وفي عام 2007، وَعَدَ أورتيجا المواطنين بأنه لن يعرض مياه بحيرة نيكاراجوا للخطر، حتى لو أُعْطِيَ كل الذهب في العالم ثمنًا لذلك. ثم جاء في أكتوبر الماضي ليعلن أنه اقتنع بفكرة القناة، لأنها تمثل أسرع طريق للتنمية الاقتصادية للبلاد. ويُتوقع أن يستفيد القطاع العام في البلاد من هذه الصفقة على النحو التالي: تقوم شركة HKND بدفع مبلغ 10 ملايين دولار للحكومة سنويًّا في العشر سنوات الأولى من بدء تشغيل القناة، مع نقل ملكية القناة للدولة تدريجيًّا بمعدل 10% تقريبًا في كل عقد، وصولًا إلى 99% كحد أقصى. ■

توسيع قناة السويس

الآثار مجهولة

ليست نيكاراجوا وحدها هي الدولة التي تمضي قدمًا في مشروع قناة بسرعة تفوق تلك التي يمكن بها تقييم الآثار البيئية. ففي شهر أغسطس الماضي، أعلنت مصر عن مشروع إنشاء مسار إضافي لقناة السويس يمتد لمسافة 72 كيلومترًا من إجمالي طول القناة البالغ 162 كيلومترًا. ومن المتوقع بحلول الصيف القادم أن تسمح القناة بمرور ضعف عدد السفن الذي يمر بها حاليًّا ما بين البحرين الأحمر، والأبيض المتوسط.

يتخوف علماء البحار من أنْ يهيئ هذا التوسع المجال أمام الأنواع الغازِيّة لدخول القناة. وبسبب خلو القناة من العوائق والحواجز، فإن تيارات القناة التي تتدفق في الغالب من البحر الأحمر إلى البحر الأبيض المتوسط تُعَدّ وسيلة نقل مجانية للكائنات البحرية. وتوسيع القناة يعني تمكين عدد أكبر من الكائنات من ركوب هذه التيارات. وكما هو الحال في نيكاراجوا، لم يتم إجراء أي تقييم للأثر البيئي قبل بدء المشروع.

في أوائل ديسمبر الماضي، وقَّع 225 عالمًا من 25 دولة على خطاب يحث على الرقابة البيئية. وقد جاء في الخطاب: «هناك وسائل متاحة للحدّ من عملية انتقال الأنواع الغازِيّة، التي يمكن تطبيقها في المراحل المبكرة من المشروع، لكن تكلفتها تزداد مع تقدُّم العمل في المشروع. وقد تكون التكلفة البيئية والاقتصادية لعدم التحرك باهظة».

وهناك ثلاث اتفاقيات للأمم المتحدة، تقضي بالتحكم في الأنشطة التي تؤثر على سلامة البحر الأبيض المتوسط»، إلا أنه لم يتم تفعيل أي واحدة من هذه الاتفاقيات.

يحتوي البحر المتوسط على حوالي 700 من الأنواع الغازِيّة، التي عَبَرَ نصفها إلى البحر المتوسط من خلال قناة السويس. (B. S. Galil *et al. Ethol. Ecol. Evol.* **26**, 152–171; 2014).

وتزن الأنواع الدخيلة 80% من كميات السمك التي يتم اصطيادها في تركيا، خصوصًا في المياه الضحلة (M. Goren *et al. Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.* **39**, 535; 2010). تقول بيلا جليل، عالمة الأحياء البحرية بالمعهد الوطني لعلوم البحار في حيفا، إسرائيل: «لا نعرف أين تقع نقطة التحول، إلا أننا سنصل إليها قريبًا». وأضافت قائلة إنه بدون وجود رقابة بيئية، لن يمكن التنبؤ بما سيؤول إليه النظام أيضًا، إلا أن المجتمعات الأصلية تتآكل بالفعل.

بالقرب من تركيا، على سبيل المثال، ينمو نوعان من العوالق المكونة للصدف (*Amphistegina lobifera* و*Amphisorus hemprichi*) بصورة منتظمة في الوقت الحالي. وحينما تموت هذه العوالق، تتراكم بقاياها في طبقات رملية يمكن أن يصل سُمْكها إلى 50 سنتيمترًا (M. B. Yokes *et al. Mar. Biodivers. Rec.* **7**, e52; 2014)، مما يؤدي إلى اختناق الأنظمة البيئية الطبيعية صخرية القاع. كذلك قام نوعان من سمكة الأرنب الموجودة في البحر الأحمر (*Siganus luridus* و*Siganus rivulatus*) بالقضاء على مناطق يبلغ طولها مئات الأمتار، ومروج الأعشاب البحرية الغنية في شرقي البحر الأبيض المتوسط، مما يدمر البيئة الطبيعية أمام عدد من الكائنات الأصلية. وكما هو الحال في الأنظمة البيئية الأرضية، يقول إنريك سالا، عالم البيئة البحرية والمستكشف المقيم في جمعية ناشونال جيوجرافيك في واشنطن دي سي، الذي قام بدراسة سَمَك الأرنب: «حينما تزيل الغابة؛ تختفي كل الطيور». **جولي بيروالد**

أبحاث

ما الذي يمكن تَوَقُّعه في عام 2015

تُلْقِي دورية *Nature* نظرة على ما يحمله العام الجديد لمستقبل العلوم.

ساحق الجسيمات

انتهى الانتظار الطويل: سيعاد تشغيل مصادم الهادرونات الكبير (LHC) في مارس المقبل، بعد إغلاق دام عامين. وفي المختبر الأوروبي لفيزياء الجسيمات «سيرن»، الواقع قرب جنيف، سويسرا، ستعاود الآلة الدوران بطاقة تصادمات تبلغ 13 تريليون إلكترون فولت، وهو ما يقرب من ضعف الطاقة المسجلة حاليًّا. يأمل العلماء أن تساعد قوة النيران الإضافية المصادم على كشف الظواهر التي تملأ الثغرات في النموذج القياسي لفيزياء الجسيمات. نظرية التناظر الفائق المشهورة، والمشكوك فيها بالفعل، قد تفقد مزيدًا من مصداقيتها، إذا لم يتمكن مصادم الهادرونات الكبير من العثور على أدلة عن جسيمات ثقيلة عديدة، تتوقع النظرية وجودها.

اتفاقية المناخ

قدّمت الولايات المتحدة والصين ـ الدولتان الباعثتان لأكبر كمية من الكربون في العالم ـ تعهدات تاريخية في عام 2014 للحدّ من انبعاثات بلديهما للغازات الدفيئة. قد تمهِّد هذه الخطوة الطريق للتوصل إلى اتفاق مناخ عالمي جديد في محادثات الأمم المتحدة في باريس في ديسمبر المقبل، حيث تأمل الدول في وضع اللمسات الأخيرة على اتفاق ملزم قانونيًّا لما بعد عام 2020. ومن الممكن أن يزحف المتوسط السنوي من ثاني أكسيد الكربون الحابس للحرارة في الغلاف الجوي في هذه الأثناء ليتجاوز 400 جزء في المليون للمرة الأولى منذ ملايين السنين.

نهاية وباء الإيبولا

يأمل العاملون بمجال الصحة في إيقاف انتشار وباء الإيبولا في غينيا وليبيريا وسيراليون. سيتطلب هذا استخدامًا أوسع لتدابير الصحة العامة، مثل الكشف السريع عن المصابين بالفيروس؛

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


MARK THIESSEN/NATIONAL GEOGRAPHIC

سيتابع مصادم الهادرونات الكبير بطاقته العالية البحث عن جسيمات فيزيائية جديدة.

وعزلهم. ومن المقرر إجراء تجارب على اللقاحات في وقت مبكر من السنة القادمة؛ على أن تظهر النتائج بحلول يونيو القادم. والاختبارات جارية بالفعل على عديد من الأدوية، وكذلك التجارب على العلاجات التي تستخدم عينات الدم البشري الغني بالأجسام المضادة المأخوذة من الأفراد الذين نجوا من الإصابة. ويمكن تسريع العلاجات بالدم، ونشرها على نطاق واسع، إذا ثبتت فعاليتها.

رحلات إلى الكواكب القزمة

انتهى العمل مع المُذَنَّبات، وبدأ مع الكواكب القزمة. وسوف يصل مسبار ناسا «دون» Dawn في مارس المقبل إلى الكوكب الأوّلي «سيريس» Ceres، وهو الأكبر حجمًا في حزام الكويكبات، الممتد بين المريخ والمشترى. ومن المعتقَد أن «سيريس» يحتوي على ماء مجمَّد تحت قشرته. وبعد أن تقطع مسافة 5 مليار كيلومتر، سوف تصل مركبة «نيو هورايزونز» New Horizons التابعة لوكالة «ناسا» أخيرًا إلى كوكب بلوتو، محققةً أقرب وصول لها في 14 يوليو القادم. يُعَد هذا التلاقي بأول نظرة قريبة على هذا العالَم الصخري وأقماره، وبيانات جديدة عن الغلاف الجوي لكوكب بلوتو.

مختبرات جديدة لامعة

سوف يُفتتح معهد «فرانسيس كريك»، الذي بلغت تكلفته 650 مليون جنيه إسترليني (1.0 مليار دولار أمريكي)، في نوفمبر القادم وسط لندن، وسوف يستقبل 1,250 باحثًا في مبناه الذي يأخذ شكل الكروموسوم. وصعودًا نحو الشمال، سوف يُفتتح معهد «الجرافين الوطني» ـ الذي بلغت كلفته 61 مليون جنيه إسترليني ـ هذا الربيع في جامعة مانشستر في المملكة المتحدة. وهذا المركز، الذي تموله الحكومة البريطانية جزئيًّا، هو عنصر أساسي من حملة ولاية مانشستر؛ لإنشاء ما تطلق عليه اسم «مدينة الجرافين». وسوف يبدأ معهد ألين لعلوم الخلايا في سياتل، واشنطن، الولايات المتحدة ـ الذي بلغت كلفته 100 مليون دولار، ويموله الملياردير بـ«مايكروسوفت» بول آلن ـ بالخوض في أدق وحدة أساسية في الجسم.

أدوية مذيبة للكوليسترول

تتسابق شركات الأدوية لتقديم فئة جديدة من أدوية الكوليسترول إلى السوق، وقد يتمكن بعضها من عبور خط النهاية هذا العام. ظهرت العلاجات التي تخفض مستويات بروتين «الكوليسترول الدهني منخفض الكثافة» LDL عن طريق استهداف البروتين PCSK9، بشكل واعد في التجارب الإكلينيكية. كما انتقل عقاران إلى مقدمة المجموعة في العام الماضي، أحدهما من شركة «أمجين» Amgen في ثاوزند أوكس، كاليفورنيا، التي تقدمَت بطلب للحصول على موافقة الولايات المتحدة في أكتوبر الماضي، والآخر من شركة «سانوفي» Sanofi في باريس، التي تلقَّت وعدًا بالمراجعة السريعة من قِبَل المنظمين في الولايات المتحدة. ومن المتوقع صدور القرارات بشأن العقارين مع حلول صيف 2015.

الموجات في الزمان والمكان

سوف يحصل البحث عن تموجات نسيج الزمان والمكان على أدوات أفضل. وقرب نهاية العام، سوف يظهر «مرصد مقياس التداخل الليزري لموجات الجاذبية (ليجو)» LIGO في ريتشلاند، واشنطن، وليفينجستون، لويزيانا، بعد تحسين أساسي لرفع درجة حساسيته. كما يأمل فريق «ليجو» ـ بعد عقدين من المحاولة ـ أن يرصد الموجات التي توقَّعها ألبرت أينشتاين قبل ما يقرب من قرن من الزمان. وفي خريف هذا العام، سوف يبدأ «قرن الاستشعار الفضائي لمقياس التداخل الليزري» LISA ـ التابع لوكالة الفضاء الأوروبية ـ باختبار تقنيات مماثلة للبحث عن الموجات في إطار مهمة، من المقرر أن تنطلق في عام 2034.

إجابات ألغاز قديمة

يأمل علماء الوراثيات القديمة في وضع التسلسل الجينومي الكامل لبقايا إنسان كهف العظام Sima de Los Huesos البالغ عمره 400 ألف سنة، التي عُثر عليها في كهف عميق في شمال إسبانيا. كان جينوم ميتوكوندريا الإنسان القديم قد نُشر في عام 2013، بعد جهود جبارة، نظرًا إلى حالة عظام العينة المتدهورة. ومن المتوقع أن يكون فك شفرة بقية الجينوم أكثر صعوبة، بسبب الندرة النسبية للحمض النووي، لكن النتائج قد تكون مساعِدة في توضيح العلاقة التطورية بين البشر، والبشر البدائيين، ومجموعة قديمة أخرى تُدعى «إنسان دينيسوفان» Denisovans، وتحديد وقائع زواج الأقارب بين المجموعات البشرية المرتبطة بعلاقة قرابة بعيدة.

مناورات سياسية

تجري تغيرات كبرى عديدة على قدم وساق. ففي روسيا، ستستعرض الحكومة 450 مؤسسة بحثية في الأكاديمية الروسية للعلوم، بعد تجريد الأكاديمية من استقلاليتها في عام 2013. وفي المملكة المتحدة، سوف يتوجه المواطنون إلى صناديق الاقتراع في مايو المقبل؛ لأول انتخابات عامة منذ عام 2010. وسوف يقرر البرلمان ما إذا كان سيسمح الآباء بالإخصاب المختبري الثلاثي، الذي سيكون الأول عالميًّا. كما سيتباحث الاتحاد الأوروبي حول كيفية استبدال منصب «المستشار العلمي» الذي أُلغي في عام 2014. وستشهد الولايات المتحدة انتقال الكونجرس؛ ليصبح تحت سيطرة الجمهوريين.

نظرة على المحيط

ستنطلق سفينتا أبحاث أمريكيتان جديدتان بكامل طاقتيهما، حيث سيصدر تكليف رسمي من المؤسسة القومية الأمريكية للعلوم للسفينة «سيكولياك» *Sikuliaq* المتجهة إلى القطب الشمالي، وستبدأ السفينة «نيل أرمسترونج» *Neil Armstrong* ـ التابعة لمعهد وودز هول لعلوم المحيطات ـ مهامّها العلمية. كما ستحصل ألمانيا أيضًا على سفينة أبحاث جديدة، تحمل الاسم نفسه لسابقتها «سونيه» *Sonne*. وفي مكان آخر على البحار، سوف تكتمل مبادرة «مراصد المحيط»، وهي مسعى أمريكي للمراقبة المستمرة للبحار، في أواخر مايو المقبل. ومن المرجح أن تتمكن اليابان من إعادة الصيد «العلمي» للحيتان في مياه القطب الجنوبي، بعد توقف فرضته محكمة العدل الدولية. ■

جَمَعَتها: إليزابيث جيبني


KEVIN FRAYER/GETTY

قد تساعد التزامات الصين الجديدة نحو المناخ في تخفيف الضباب الدخاني ببكين.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


MADS NISSEN/PANOS

قد يضطر المصابون بأعراض الإيبولا إلى الانتظار لعدة أيام للخضوع للتشخيص.

صحة عامة

خبراء الإيبولا يسعون لتوسيع اختبارات الكشف

سرعة تشخيص الإيبولا على الصعيد المحلي مسألة جوهرية، لإيقاف انتشارها.

دكلان باتلر

تقترب أزمة الإيبولا في غرب أفريقيا من إتمام عام على بدايتها، دون أن تلوح في الأفق أي بوادر لانتهائها. ووفقًا لمنظمة الصحة العالمية (WHO)، تقف القدرة الحالية عند الكشف على أقل من شخص واحد من بين كل خمسة أشخاص مصابين بالإيبولا خلال يومين من بدء تحوُّلهم لناقلين للعدوى. ومع ذلك.. وفي ظل غياب لقاح آمن وفعال، تبقى سرعة تشخيص المصابين وإدخالهم للعزل الصحي، السبيل الوحيد لإنهاء اجتياح المرض.

تتمثل إحدى المشكلات الرئيسة بهذا الصدد في العدد القليل نسبيًّا للمختبرات المُعَدَّة بالتجهيزات، والكوادر اللازمة لفحص عينات الدم المأخوذة من الأشخاص المشتبه في إصابتهم بالإيبولا غرب أفريقيا (انظر: «تأخير التشخيص»). وهذا الوضع قد يتبدَّل قريبًا، بعد اجتماع الخبراء في جنيف بسويسرا في 12 ديسمبر الماضي، لتحديد الأدوات التشخيصية التي بالإمكان استخدامها أينما تفشَّت الإيبولا.

دعا لانعقاد هذا التجمع كلٌّ من منظمة الصحة العالمية، ومؤسسة وسائل التشخيص الجديدة الابتكارية (FIND) في جنيف؛ للتعرف على اختبارات كاشفة يمكن استخدامها من قِبَل كادر عمل غير مدرب، ولا يتطلب استخدامها توفُّر الكهرباء، أو بالإمكان الاعتماد فيها على البطاريات أو الطاقة الشمسية، واستخدام كواشف تصمد في ظروف حارة تصل إلى 40 درجة مئوية. ناقش الخبراء مسألة نشر هذه الأدوات التشخيصية على نطاق واسع في المناطق المتأثرة بالإيبولا، بالإضافة إلى العمل على تطوير برنامج يستمر ستة أشهر؛ لتحسين الوصول إلى اختبارات التشخيص. وإذا نجحت هذه الجهود؛ ستكون بمثابة تحول استراتيجي مهم في بذل الجهود لدحر المرض.

قد تقلل الاختبارات المُمَرْكَزَة للكشف ـ إضافة إلى خفض انتشار الإيبولا ـ من مدة التأخير في إعطاء الرعاية اللازمة؛ وفق ما يقوله دانْيل كيلي، باحث الأمراض المعدية في جامعة كاليفورنيا سان فرانسيسكو، الذي يعمل في سيراليون (انظر: *Nature* **513**, 145 ـ 2014)؛. يموت المصابون من الإيبولا بسبب الفقدان السريع لسوائل الجسم، عبر النزف والتقيؤ والإسهال، التي تؤدي إلى توقُّف ضخ القلب للدم؛ ومن ثم فشل أعضاء الجسم الأخرى. يقول كيلي: «كل ثانية مهمة، فسرعة تشخيص الإصابة بالإيبولا تنقذ حياة المصابين».

NATURE.COM
لمجموعة من المقالات عن الإيبولا، انظر: go.nature.com/m55ual

تعتمد غالبية الاختبارات المتوفرة اليوم للكشف عن الفيروس على تقنية تُدعى «تفاعُل النسخ العكسي المصحوب بتفاعل البلمرة المتسلسل» (RT-PCR)، الذي يعمل على تعقب تسلسلات جينية محددة للإيبولا في الدم والمصل وسوائل الجسم الأخرى. هذه الأساليب فائقة الحساسية، لكنها تتطلب إشراف علماء متمرسين للعمل بها في مختبرات متطورة ذات مقاييس رفيعة المستوى لاحتواء المواد البيولوجية. كما أنها تستلزم توفُّر مصدر طاقة وتبريد ثابت. أضف إلى ذلك أن هذه الاختبارات باهظة الثمن، إذ يبلغ ثمن الاختبار الواحد حوالي 100 دولار أمريكي. ولصعوبة هذه المتطلبات، تبقى نوعية هذه الأدوات التشخيصية بعيدة عن متناوَل العديد من المناطق التي تئن تحت وطأة اجتياح الإيبولا في غرب أفريقيا، الأمر الذي دفع منظمة الصحة العالمية إلى إنشاء آلية طوارئ في 18 من سبتمبر الماضي؛ لتفحُّص اختبارات تجريبية أخرى. ومن ثم ستُرسَل الاختبارات الواعدة إلى مختبرات مستقلة؛ لتخضع للتقييم، ويُنظَر فيما إذا كانت تثبت ادعاءات منتجيها، أم لا، ومن ثمّ سترشح منظمة الصحة العالمية ووكالات الأمم المتحدة الأخرى الاختبارات التي ستثبت نجاحها؛ للحصول على تصريح طوارئ مدته سنة واحدة.

بداية واعدة

تسلمت منظمة الصحة العالمية، حتى الآن، 17 طلبًا من الشركات التشخيصية. ورغم أنها لم تصرح عن قائمة المرشحين، إلا أن غالبية الشركات والتقنيات المحتملة المتنافسة معروفة.

تشمل القائمة 13 اختبارًا بتقنية RT-PCR، وجرى تعديل العديد منها لتصبح أسهل للاستخدام. كما أن عددًا منها آلي جزئيًّا: في الاختبارات الأسهل للاستخدام، تُدخَل عينة الدم إلى الجهاز، ثم يُنتَظَر لأقل من ساعة بعد ضغط زر لظهور النتائج. وقد عُدِّل بعض أنظمة التشخيص، ليلائم الاستخدام في بيئات ذات ظروف ميدانية قاسية. وقد توقَّع مارك بيركينز، الضابط العلمي المسؤول لدى مؤسسة (FIND)، أنْ تصدِّق منظمة الصحة العالمية على بعض هذه الاختبارات في بدايات هذه السنة.

الاختبارات الأربعة الباقية المرشحة، هي اختبارات للكشف عن وجود مستضدات للإيبولا في الدم، وفي سوائل الجسم الأخرى، في عديد من الحالات، باستخدام صيغة الشريط نفسها، وتقنية التحليل نفسها، وتسمى «مُقايَسة الامتصاص المناعي المرتبط بالإنزيم»، أو تقنية إليزا (ELISA)، مثل اختبارات الكشف عن الحمل، التي بالإمكان شراؤها دون وصفة طبية. هذه الاختبارات زهيدة الثمن عند إنتاجها على نطاق واسع، ولا حاجة إلى توفُّر مصدر طاقة أو تبريد، كما أنها لا تتطلب استخدام أكثر من قطرة دم واحدة فقط.

وهناك بعض الشوائب المحتملة لمثل هذه الاختبارات. فصيغة الشريط لتقنية إليزا التي تُستخدم في فحوص الكشف عن الحمل تميل إلى أن تكون على درجة حساسية أقل من تقنية RT-PCR، ولذا.. قد تخفق في اكتشاف حالات الإصابة بالإيبولا، بعد أن تظهر أعراض الإصابة، حسبما قال سترجيوس موسكوس، الباحث في التكنولوجيا الحيوية الصناعية في جامعة وستمنستر ببريطانيا. (يعمل موسكوس على تطوير اختبار RT-PCR يُدعى إيبولاتشيك Ebolacheck). وهناك اختبارات أخرى على أساس المُستضدات، تعمل

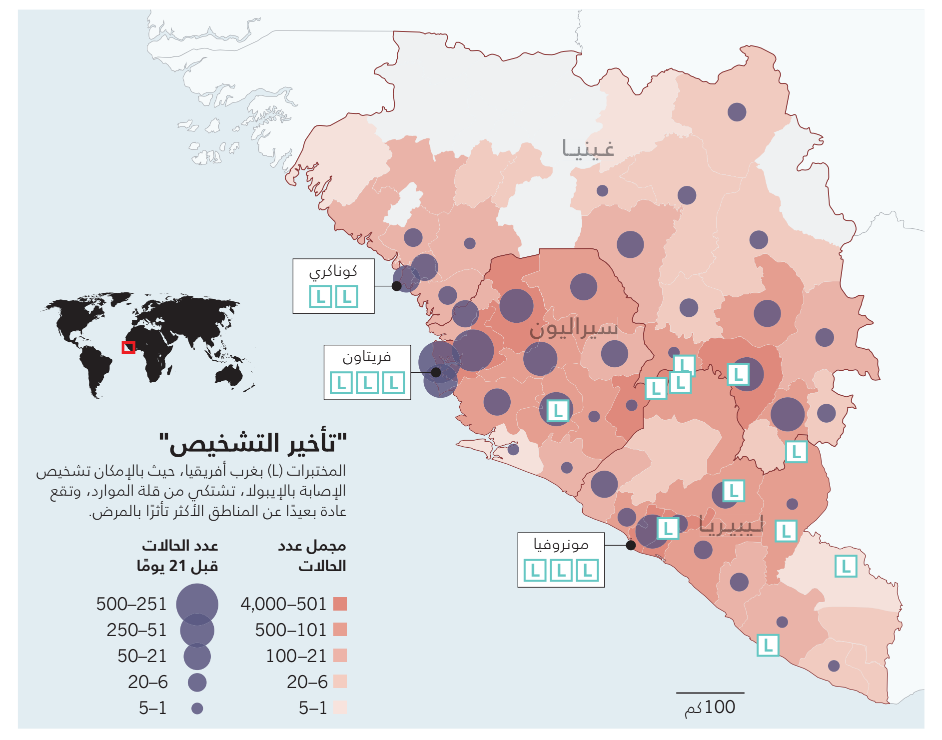
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

باستخدام تقنيات مختلفة، قد تنجح في كشف الإصابة بالإيبولا في مرحلة مبكرة.

وهناك مخاوف حيال دقة اختبارات الكشف عن الإيبولا على أساس المُستضِدّات، خاصة في أفريقيا، لأن أجسام السكان هناك عادةً تحمل مُستضدات لعدد من الفيروسات والطفيليات، مثل الملاريا والسل والتهاب الكبد الوبائي، التي قد تشوِّش نتائج الكشف عن الإيبولا. والاختبارات الكاشفة التي تعمل جيدًا في ظروف المختبر على الدم، أو المصل الملوث بشكل مفتعل بالإيبولا، قد لا تُجاري العيِّنات الإكلينيكية التي جُمعت من الميدان.

ورغم ذلك.. يبدو روبرت غارّي ـ عالِم فيروسات في جامعة تولين بمدينة نيو أورليانز في لويزيانا، ويعمل على تطوير اختبار شريط كاشف للإيبولا على أساس المُستضدات ـ واثقًا من هذا النهج، بعد أن نجح سابقًا في تطوير اختبار كاشف لحمى اللاسا. ويعمل غارّي مع شركة لتطوير اختبارات كشف تُدعى «كورجينيكس» في بلومفيلد بكولورادو، وقد أتمَّ تجربة ميدانية أولية في سيراليون على اختبار للكشف عن الإيبولا، عمل على تطويره. ويقول عنه: «يبدو ممتازًا».

إنّ بيركنز يبدو حذِرًا. فحتى يحين تنفيذ تجربة ميدانية على كافة اختبارات الكشف عن الإيبولا، وحتى تَفْرُغ منظمة الصحة العالمية من تقييمها بشكل مستقل، يعرب بيركنز عن حذره بقوله: « ما زالت هيئة المحلفين خارج الصورة حتى الآن». ■



حسابات شاهد عيان

تقرير من الميدان

مراسلة *Nature*، إريكا تشيك هايدن، في سيراليون تتعقب وباء الإيبولا. وبالإمكان متابعة المزيد من التقارير على **www.bit.ly/eboladiary**.

1 ديسمبر: اختلاط الإشارات

مع وصولي إلى مركز لعلاج الإيبولا خارج العاصمة السيراليونية، فريتاون، سمعت غناءً وتصفيقًا احتفاليًّا، حيث كان ثلاثة من الناجين من المرض على أهبة الاستعداد لمغادرة المركز. قدَّم الطاقم في مركز كيري تاون ـ الذي تديره منظمة «انقذوا الأطفال» غير الربحية ـ الناجين، وقدّمت لهم شهادات مصدَّقة تُثْبِت وضعهم الصحي، وتشير إلى خُلُوِّهم من فيروس الإيبولا.

هناك بوادر أمل ـ كمثل هؤلاء الناجين من المرض ـ بعد مضي حوالي عام منذ الإبلاغ عن أول حالة إصابة بالإيبولا، لكن عدد حالات الإصابة ما زال في ازدياد في بعض مناطق سيراليون، بما فيها فريتاون، ولا زال هناك نقص في أسِرَّة العلاج. وليس هناك سبب واحد لتَوَاصُل انتشار المرض في أجزاء من سيراليون، وإنما يعود ذلك إلى صعوبة إقناع الأشخاص الذين لم يسبق لهم التعرض للمرض، بتغيير نمط حياتهم، بما يتعلق بالرعاية بمرضاهم، ودفن موتاهم.

3 ديسمبر: قريبا من الوطن

«من الخلف، من الخلف!» كانت تصرخ حليمة شيلون، مشرفة الممرضات في مركز علاج الإيبولا، الذي افتُتِح حديثًا في ماكيني، حيث تشرف هي واثنان من العاملين على الدكتور موجيس تاديسه، بينما يقوم بنزع البزة الواقية التي كان يرتديها بعد أربع ساعات قضاها في علاج المرضى.

قبل أن يُفتتح هذا المركز العلاجي في 24 نوفمبر الماضي، كان يجري إرسال المصابين بالإيبولا إلى مكان آخر في البلاد، إلى حيثما كانت توجد أسِرَّة شاغرة. ولم تكن عائلات المرضى تراهم، أو تسمع عنهم شيئًا، لأن كثيرين منهم لقوا حتفهم في مرافق الرعاية النائية.

مركز ماكيني هو الأول في الإقليم، ويديره الاتحاد الأفريقي، ومعظم مَن يشغله من الموظفين من أصول أفريقية: تعمل شيلون لحساب وزارة الصحة السيراليونية، بينما الدكتور تاديسه إثيوبي. كما تجد في الموقع أطباء أوغنديين، وسيصل عاملو صحة نروجيون قريبًا.

عثمان فوفانا، أحد المرضى الذين وصلوا إلى ماكيني، كان شديد المرض عند وصوله قبل عدة أيام، بحيث لا يذكر رحلته من بورت لوكو، على بعد نحو 80 كيلومترًا. فَقَدَ فوفانا جدته، وعمته، وأختين بسبب الإيبولا. ومع ذلك.. كان مبتسمًا. إنه يشعر بتحسن الآن، وقد تمكّن من محادثة أمه هاتفيًّا، حيث كانت تخشى أن يكون قد فارق الحياة.

7 ديسمبر: في العزل الصحي

عند وصولنا إلى مدرسة في تامبيايا بمقاطعة بومبالي شمالي سيراليون، وقف بعض الأشخاص في ساحة ترابية خلف شريط العزل الصحي ذي اللون الأحمر والأبيض. وعندما نادَى شرطي ومجند كانا حاضرَين في المكان على الباقين من الرجال والنساء والأطفال ـ أصدقاء وجيران امرأة لقيت حتفها بسبب الإيبولا في 14 نوفمبر الماضي ـ اصطفوا ببطء. عندما سألهم قسّ محلي عن حالهم، ردّ القرويون، الذي يبلغ عددهم حوالي 40 شخصًا، بأنهم بخير؛ حتى إن بعضًا منهم قفر راقصًا بكل عفوية؛ ليثبت أنه بصحة جيدة. وإذا سارت الأمور على نحو جيد، سيُحرَّر جميعهم في غضون أيام، لكنهم جَزِعُون.

يقول شيكوب مانساري، عامل صحي يترجم لجيمس كوروما، معلم سابق في المدرسة الابتدائية: « لا يشعرون بخير على الإطلاق- ليست هناك حركة حرة».

استُخدم العزل الصحي على نطاق واسع في الاجتياح الحالي، إلا أن العزل أداة فجة، إذ ما زالت مقاطعة بومبالي تحت العزل الصحي منذ سبتمبر؛ لا يُسمح بالدخول إليها أو مغادرتها إلا لمَرْكَبات حاصلة على إذن خاص. وقد ظهرت في ديسمبر الماضي 11 حالة إيبولا جديدة. ورغم أن مليون شخص يسكنون في مناطق قيد العزل الصحي في سيراليون الآن، ما زالت الإيبولا تنتشر في مناطق جديدة.

يمقت السكان المحليون هذه القيود، وأحيانًا يقاومونها. فقبل عدة أسابيع في تامبيايا، قاتل بعض القرويين الضباط بالسواطير.

وفي وقت سابق، لاحت هناك مشكلات بشأن توفُّر ما يكفي من غذاء لدى العائلات التي تقطن في مناطق العزل. فمثل هذه المعارضة للعزل الصحي مفهومة، كما تقول كاثرين بولتن، متخصصة في الأنثروبولوجيا في جامعة نوتردام في إنديانا، «وقد تُصاب، أو لا تُصاب بالإيبولا، لكنك ستعلم تمامًا أنك تموت جوعًا». ■


PHILLIPPE DESMAZES/AFP/GETTY

فيل يسحب حطامًا قرب ساحل باندا آتشيه في إندونيسيا، بعد تسونامي عام 2004.

الزلازل

إنـــذارات تسونـــامي لا تزال قاصـــرة

بعد عشر سنوات من زلزال سومطرة المدمر، تصدر الإنذارات لمنطقة المحيط الهندي، لكنها غالبًا ما تفشل في الوصول إلى الناس الأكثر عرضة للخطر.

أليكسندرا فيتزه

عندما هزَّ زلزال بلغت قوته 9.1 درجة الحياة قبالة سواحل سومطرة في 26 ديسمبر 2004، لم تكن هناك أي طريقة منهجية لتنبيه المجتمعات السكانية عبر المحيط الهندي إلى أن موجة مدمرة قد تكون في طريقها إليهم. وبعد وصول عدد الضحايا إلى 230,000 قتيل، والخسائر المادية إلى 14 مليار دولار أمريكي، عزم الخبراء الدوليون على الحد من عدد القتلى والخسائر في المرة القادمة التي يضرب فيها تسونامي.

وبعد مرور عشر سنوات على أكثر تسونامي في التاريخ فتكًا، ترتبط الآن الدول المطلة على المحيط الهندي كلها تقريبًا بشبكة من أجهزة قياس الزلازل، وأجهزة قياس مستوى سطح البحر، والعوّامات المرتبطة بالأقمار الصناعية. في مدى زمني يقارب الوقت الحقيقي، يقوم هذا النظام للإنذار والتخفيف من تسونامي بالمحيط الهندي (IOTWS) بإخطار دول المنطقة من إندونيسيا إلى سريلانكا إلى عمان عند وقوع زلزال بحري كبير، ويقوم باستقراء ما إذا كان من المحتمل أن ينشأ عنه «تسونامي»، أم لا. وإذا قُدّر لزلزال عام 2004 أن يحدث اليوم، فستكون هذه الدول أفضل استعدادًا بكثير.

ورغم التطور التقني، لا يزال نظام التحذير من تسونامي عرضة للمخاطر. فالتمويل الذي سارع المانحون الدوليون بتقديمه في البداية آخذ في النضوب، وتواجه دول المحيط الهندي الآن مسؤولية صيانة النظام، بكلفة تصل إلى ما بين 50 و100 مليون دولار أمريكي سنويًّا. يقول ريك بيلي، رئيس خدمات التحذير من تسونامي في مكتب الأرصاد الجوية الأسترالي في ملبورن: «نحن بالتأكيد أكثر أمنًا مما كنا عليه في عام 2004، لكن الاستدامة ستكون القضية الكبيرة التالية بالنسبة لنا».

تعمل المكونات الجيوفيزيائية لنظام إنذار تسونامي في المحيط الهندي بشكل جيد عمومًا (انظر: «الإنذار المبكر»)، حيث يرصد أكثر من 140 جهازًا لقياس الزلازِل الزلازلَ باستمرار في جميع أنحاء الحوض، بما في ذلك مناطق «الانغراز» المعرضة للزلازل قبالة إندونيسيا وسواحل باكستان، حيث يتحرك ببطء لوح تكتوني من قشرة الأرض تحت لوح آخر. عندما يضرب زلزال كبير، تنبري للعمل ثلاثة مراكز إنذار إقليمية في أستراليا وإندونيسيا والهند. يستخدم العلماء هناك البيانات الزلزالية لتقدير مدى الإزاحة التي سببها الزلزال لقاع المحيط. بعد ذلك، يقارن العلماء الزلزال الحقيقي بعدة سيناريوهات منمذجة لحساب حجم تسونامي الذي قد يتمخض عن الزلزال. تقوم المراكز بتنبيه الحكومات الوطنية حول ما يمكن توقعه، كما يمكن أن تساعد البيانات المجمعة من الأجهزة الساحلية لقياس مستوى سطح البحر، وحفنة من أجهزة قياس تسونامي ـ وهي عوامات طافية في المحيطات المفتوحة يمكنها الكشف عن مرور أمواج عالية ـ على تأكيد ما إذا كان تضخمًا كبيرًا من المياه يشق طريقه عبر المحيط، أم لا. وما يُتخذ بعد ذلك من إجراءات يرجع إلى كل بلد على حدة ، ولكن غالبًا ما تفشل الإنذارات في قطع «الميل الأخير» لتصل إلى سكان المناطق التي تكون عرضة للغرق، والتي غالبًا ما تكون نائية. يقول توني إليوت، رئيس مجموعة التنسيق بين الحكومات بشأن نظام الإنذار في بيرث، أستراليا: «نحتاج حقًّا إلى التركيز على ذلك الميل الأخير».

في إندونيسيا المعرضة بكثرة للتضرر من تسونامي، عمل الفريق الإندونيسي الألماني على تطوير سلاسل اتصالات لنقل الإنذارات عبر 26 مقاطعة ومنطقة. وبعد انقضاء سبع سنوات من المشروع، قام ما يقرب من نصف هذا العدد فقط بتنفيذ خدمة إنذار تعمل بالفعل وتغطي المسافة كاملةً لتصل إلى المستوى المحلي، حسب قول هارالد سبان، المستشار السابق لإدارة الكوارث في وكالة التنمية الألمانية GIZ».

وحتى عندما تصل الإنذارات بالفعل للسكان المعرضين

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الإنذار المبكر

أُنشئت شبكة من أجهزة قياس الزلازل، وأجهزة قياس مستوى سطح البحر الساحلية، وأجهزة قياس التسونامي البحرية، وذلك خلال العقد التالي لكارثة تسونامي المحيط الهندي في عام 2004، التي راح ضحيتها أكثر من 200,000 شخص. بوسع الشبكة إصدار إشعارات بتسونامي يقترب لإعطاء الناس الوقت الكافي لإخلاء المناطق الساحلية، لكن توصيل تلك التحذيرات إلى المناطق النائية لا يزال يمثل تحديًا.

للخطر، فإن هؤلاء الناس لا يتصرفون دائمًا بالشكل الذي يريده خبراء الكوارث. ففي إبريل 2012، ضرب زلزال بلغت قوته 8.6 درجة قبالة سواحل سومطرة، وبدلًا من الذهاب إلى الملاجئ، كما كان يأمل مديرو عمليات الطوارىء، حاول كثير من الناس قيادة المركبات للابتعاد عن المنطقة، فأصبحت الطرق في إقليم آتشيه مسدودة. ولحسن الحظ، أدّت جيولوجيا ذلك الزلزال إلي إنتاج «تسونامي» طفيف جدًّا

في إندونيسيا، ركَّز سبان وزملاؤه على أربع مناطق تجريبية لتطوير وسائل لاستكمال سلسلة الاتصالات، إذ قام الفريق بوضع خرائط لمخاطر تسونامي؛ لتحديد التجمعات السكانية الأكثر عرضة للخطر. بعد ذلك قاموا بإعداد كتيب تَضَمَّن علامات الإنذار باقتراب تسونامي، وما الذي ينبغي فعله عندئذ. وأخيرًا، ساعد الفريق على تطوير نظام للإنذار من ثلاثة مستويات، تم اعتماده على المستوى الوطني. يعتمد مستوى الإنذار على ارتفاع تسونامي المتوقع، ويحدد الإجراء الذي ينبغي على المسؤولين الحكوميين اتخاذه، مثل نقل الناس بعيدًا عن الشاطئ، أو الإخلاء بشكل محدود، أو الإخلاء بشكل تام.

يقول سبان إن نظام الإنذار الخاص بتسونامي يمكن أن يكون مفيدًا حتى عندما لا يحدث «تسونامي». في سبتمبر 2009، قتل زلزال بلغت قوته 7.6 درجة أكثر من 1,100 شخص في مدينة بادانج وما حولها على الساحل الغربي من سومطرة. لقد أظهر نظام الإنذار الخاص بتسونامي أنه لن تكون هناك أي أمواج كبيرة، مما أتاح لمسؤولي الطوارئ الاستجابة بشكل أسرع للأضرار التي خلّفها الزلزال.

ستمثل الصيانة المفتاح الرئيس لضمان استمرار المعلومات في التدفق. لقد تكلَّف نظام IOTWS أكثر من 450 مليون دولار لإقامته، حيث أتى معظم التمويل من أستراليا وإندونيسيا والهند. وإذا تعطلت قطعة من المعدات، يُترك الأمر للبلد الذي قام بتركيبها ليقوم بإصلاحها. تُعَدّ العوامات في أعماق البحار مكلفة بشكل خاص، كما أنها أكثر تعرضًا للتخريب أو التلف العرضي بسبب السفن المارة.

تتفاوت بلدان المحيط الهندي في مستوى حماسها للإبقاء على عمل النظام، كما يقول إليوت، فالبلدان الأبعد عن المصادر المحتملة للزلازل الكبيرة هي الأقل مشاركةً من غيرها.

يرى الخبراء أن أفضل فرصة للإبقاء على النظام فاعلًا على مدى العقد المقبل وما بعده تكمن في التأكد من دمج إنذارات تسونامي ضمن النسيج الوطني؛ للتعامل مع الأنواع أخرى من حالات الطوارئ، ابتداءً من الأعاصير إلى الانهيارات الأرضية، حيث يستخدم الكثير منها شبكات الاستشعار وقنوات الاتصال نفسها التي يستخدمها النظام.

يضيف بيلي قائلًا: «لقد حققنا الكثير، وبقي فقط أن نتشبث بالحفاظ عليه الآن». ■

تصحيح

ذكر التعليق على الصورة الواردة في الخبر المنشور تحت عنوان «مشروع مرصد المحيط يواجه صعوبات» بعدد يناير الماضي، (*Nature* **415**, 474–475; 2014) تاريخًا خاطئًا لإكمال شبكة مبادرة مراصد المحيط. والصواب أنه سوف يتم إكمالها في شهر مايو 2015، وليس في شهر مارس.

ذكر الخبر المنشور في عدد يناير الماضي تحت عنوان «اللائحة الخضراء تروّج لمناطق تحتاج الحماية»، (*Nature* **515**, 322; 2014) ـ عن طريق الخطأ ـ سبب عدم قدرة السكان الأصليين لجُزُر شاجوس على العودة. والصواب أن ذلك يرجع إلى سياسات إدارة إقليم المحيط الهندي البريطاني.



أفضل صور العام

أدّى سعي الباحثين الحثيث وراء إجابات لتساؤلات عديدة بشأن العالَم إلى الوصول إلى عديد من الاكتشافات غير المتوقَّعة في عام 2014. يوثّق هذا الملفُ الكوارثَ الطبيعية والإنجازات التكنولوجية، من خلال اختيارات دورية *Nature* لأبرز صور العام، القادمة من الفضاء السحيق وأعماق المحيطات..

اختيرت الصور بواسطة الفريق الفني لدورية *Nature*.

كَتَبَ النص: دانيال كريسي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



كارثة بركانية

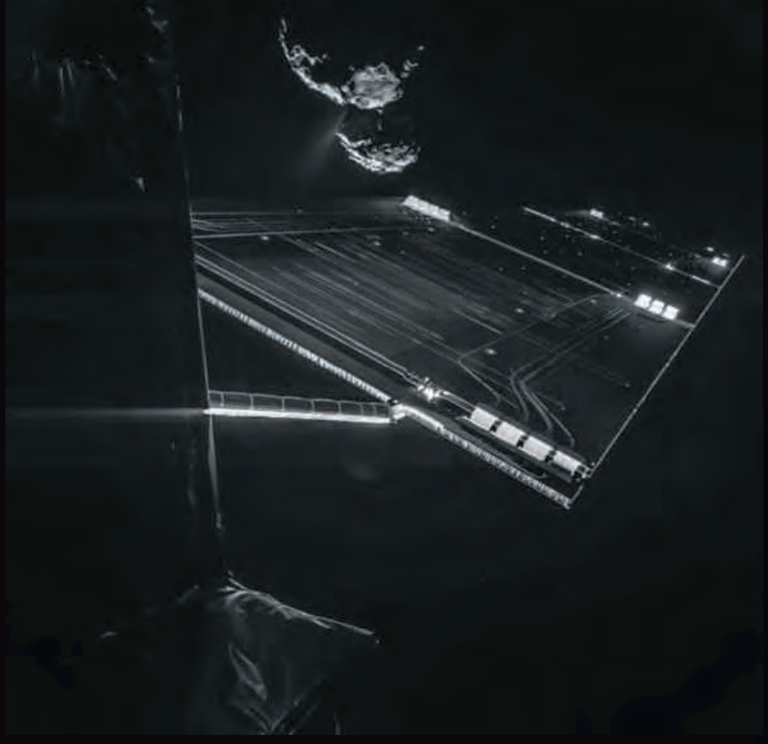
إنّ «ماونت أونتاكي» هو أحد البراكين النشطة، ويقع على بعد 200 كيلومتر غرب مدينة طوكيو، ويُعتبَر واحدًا من المواقع السياحية المشهورة في اليابان. وعلى الرغم من مراقبة العلماء الحذرة لهذا البركان، فقد فاجأ الكثيرين بثورانه في يوم 27 سبتمبر الماضي، حيث نثر رماده وحطامه البركاني فوق المناطق المجاورة، مما أسفر عن مقتل خمسين شخصًا. وقفت فِرَق الإنقاذ في مواجهة الرماد الكثيف؛ للبحث عن ناجين بالمناطق النائية القريبة من قمة الجبل.

فسيفساء القمر

هكذا يبدو قمر «يوروبا»، أحد أقمار كوكب المشترى، حيث قامت وكالة «ناسا» بإعادة معالجة مجموعة من الصور المأخوذة بواسطة المسبار «جاليليو» في أواخر تسعينات القرن الماضي، عن طريق ضبط الألوان؛ لتنتج هذه الصورة الواقعية ذات الدقة العالية لسطح القمر الجليدي.

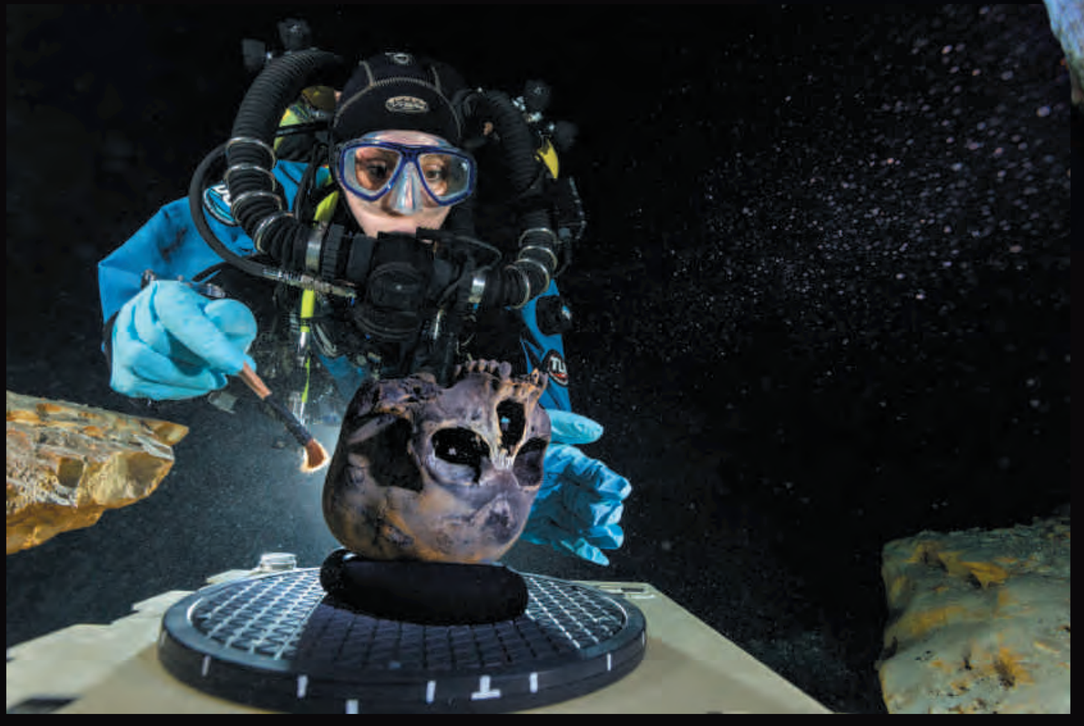
الأخطبوط «دامبو» في عمق المحيط

لم يسبق أنْ شُوهد أخطبوط تلتف لوامسه بهذا الشكل من قبل. التُقطت هذه الصورة للأخطبوط «دامبو»، من جنس *Grimpoteuthis*، في شهر إبريل الماضي بخليج المكسيك. وقام الباحثون على متن السفينة الأمريكية «أوكيانوس إكسبلورر» *Okeanos Explorer* بالتقاط هذه الصورة النادرة للأخطبوط عن طريق إرسال غواصة مجهزة بخاصية التحكم عن بُعْد على عمق حوالي 2000 متر.



مسبار «فيليه» أثناء تحليقه

شاهد العالَم - في ترقُّب - في نوفمبر الماضي محاولة المركبة الفضائية «روزيتا» - التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية - إنزال المسبار «فيليه» على سطح المُذنَّب «67P/ تشيرميوف جيراسيمنكو». وقبل إتمام هذه المناورة الصعبة بنجاح، قام المسبار «فيليه» بإرسال صورة له أثناء اقترابه من الهدف، حيث كان كلاهما يتحرك في الفضاء بسرعة تفوق خمسين ألف كيلومتر في الساعة.



تنقيب جامح

وُضعت جمجمة شاب مكسيكي، بلغ عمرها اثنى عشر ألف عام - فوق منصة دوّارة، لتسمح للغواصين بعمل مسح ثلاثي الأبعاد لبقاياها. تم العثور على الجمجمة في كهوف مغمورة بالمياه في شبه جزيرة «يوكاتان» بالمكسيك. وتُعتبر هذه الجمجمة جزءًا من مجموعة استثنائية من بقايا العظام الأثرية، التي تساعد في تسليط الضوء على كيفية انتشار البشر عبر الأمريكتين. أجبَرت صعوبة نقل البقايا من موقعها الغواصين على فحصها تحت الماء.



صَدْع ثائر

في وقت مبكر من هذا العام، تحولت سماء الفجر والغسق في آيسلندا إلى لون أحمر كالدماء، من جراء تصاعُد التلوث البركاني، حيث نتجت عن صدع «هولوران» Holuhraun ـ الواقع بالقرب من البركان الثائر «بارداربونجا» Bárðarbunga ـ آلاف الأطنان من ثاني أكسيد الكبريت يوميًّا. وهو ما أثار دهشة العلماء الذين توقّعوا كميات من الرماد البركاني مماثلة لما نتج عن ثوران قمة «إيافياتياكول» Eyjafjallajökull.

نظرة عن كثب

نالت هذه الصورة للعنكبوت الوثاب *Phidippus audax* المحدِّق المركزَ الثالث في مسابقة التصوير «العالَم الصغير لنيكون» للمصور نوح فرام -شفارتز بمدينة جرينيتش بولاية كونتيكت.

الفأر الشفاف

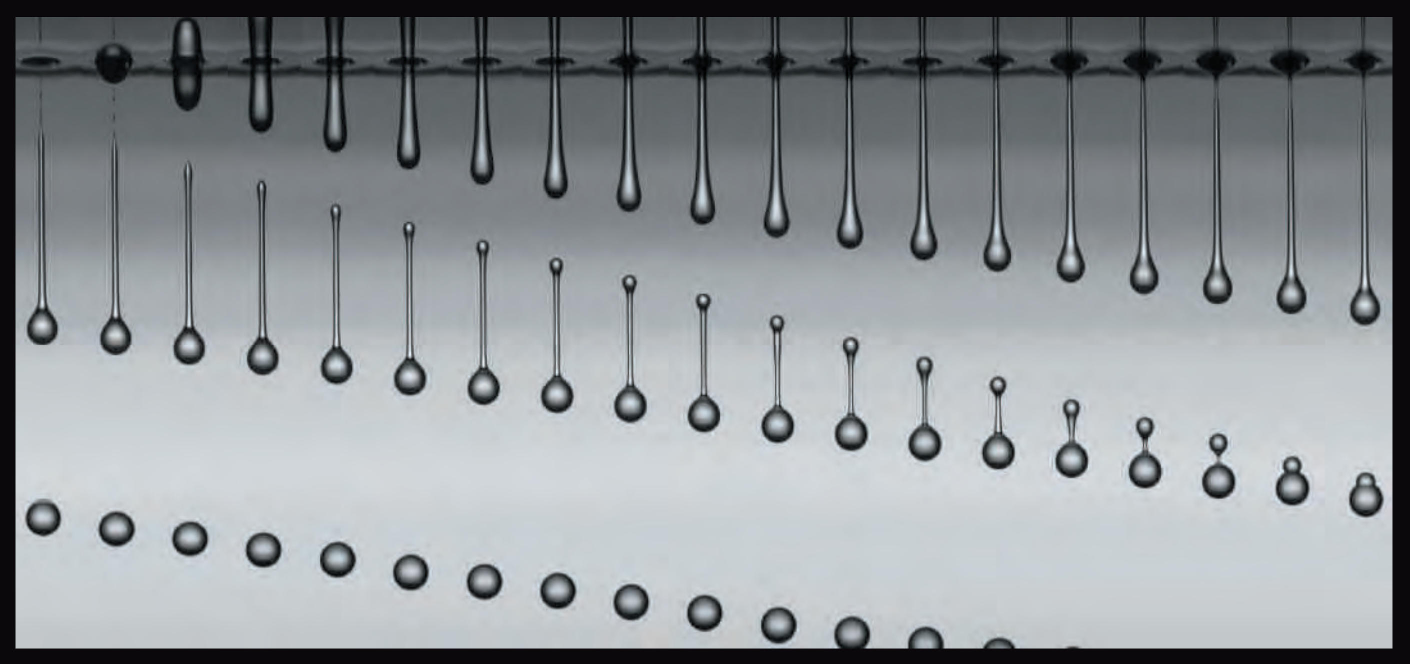
لماذا نتحمل عناء تصوير الأجسام بالأشعة، إذا كان بمقدورنا أن نجعل الأنسجة شفافة؟ استعان فريق ياباني بخليط من المركبات الكيميائية مع تقنية التصوير الحاسوبي؛ لتحويل جسد فأر إلى سطح شفاف. يُعَدّ هذا الأسلوب واحدًا من الأساليب المتنامية في الكشف عن الأعضاء، دون تشريح.





نباتات تسبح في الفضاء

لا يزال سبب إلحاق الفنان الياباني أزوما ماكوتو شجرة «بونساي» بمنطاد، وإرسالها إلى طبقات الغلاف الجوي العليا غير واضح، لكن حصيلة مشروعه «إكسوبايوتانيكا» Exobiotanica، الذي تضمَّن إطلاق مجموعة ضخمة من النباتات على ارتفاعات عالية، كانت مجموعة من الصور الرائعة، كهذه الصورة.



تفاصيل القطرات

التقط باحثون من جامعة توينتي في هولندا هذه الصورة لقطرات زيت السيليكون، بحجم البيكولتر. أضيئت هذه القطرات باستخدام نبضات ضوء ليزر بطول موجي قدره 8 نانو ثانية. وقد التقط فريق الباحثين مجموعة من الصور بفارق 600 نانو ثانية؛ ليبيِّنوا كيف تتشكل القطرات المتساقطة.

تألُّق

هذا الوهج الأخضر الاستثنائي في هذه الصورة، التي التُقطت بحديقة «إيماس» الوطنية بالبرازيل Emas، مصدره يرقات الخنافس دودية الشكل، التي تعيش على التلال، وتتمتع بخاصية الإضاءة البيولوجية، بالإضافة إلى مسارات الطيران الخاصة باليرقات الناضجة. قام المصور آري باسو بالتقاط الصورة باستخدام تقنية التعريض المطول للضوء، وهو ما أسفر عن فوزه في مسابقة هذا العام لتصوير الحياة البرية تحت باب اللافقاريات، التي يديرها متحف التاريخ الطبيعي بلندن ووكالة «بي بي سي» على مستوى العالم.

HOLUHRAUN: RAGNAR TH. SIGURDSSON/ARCTIC-IMAGES.COM; MOUNT ONTAKE: KYODO NEWS/AP; EUROPA: NASA/JPL-CALTECH/SETI INST.; DUMBO: NOAA/CC BY SA 2.0; PHILAE: ESA/ROSETTA/PHILAE/CIVA; SKULL: PAUL NICKLEN/*NATL GEOGRAPHIC*; SPIDER: NOAH FRAM-SCHWARTZ/ COURTESY OF NIKON SMALL WORLD; SEE-THROUGH MOUSE: COURTESY OF RIKEN; BONSAI: AMKK/EXOBIOTANICA; DROPLETS: MARK-JAN VAN DER MEULEN & ARJAN VAN DER BOS; BEETLE LARVAE: ARY BASSOUS/WILDLIFE PHOTOGRAPHER OF THE YEAR 2014.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

العشرة الأهمّ

العلماء العشرة الأبرز في 2014



CGI ILLUSTRATION BY PETER CROWTHER ASSOCIATES C/O DÉBUT ART

أندريا أكوماتسو / سوزان طوباليان / راديكا ناجبال / ماسايو تاكاهاشي / ديفيد سبيرجل / مريم مرزاخاني / بيت فريتس / كوبيليل راداكريشنان / شيخ عمر خان / سيُورس شيريز

365 يومًا:
السَّنة من منظور العِلْم

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



صائد المُذنَّبات

قاد طيار تجارب سابق بعثةَ روزيتا إلى عالَم جليدي في الفضاء السحيق.

أندريا أكوماتسو

ANDREAS REEG/AGENTUR FOCUS/EYEVINE

إليزابث جيبني

منذ ما يقرب من عقدين من الزمن، وقع أندريا أكوماتسو في مشكلة مع صديقته عندما وجدت قصاصة من الورق على مكتبه. كان هناك رقم هاتف مكتوب بخطه بجوار اسم أنثى: روزيتا.

يقول أكوماتسو: «اعتقدتُ أن روزيتا كانت فتاة». ويتابِع: «كان عليَّ أن أشرح لصديقتي الإيطالية الغيورة أن روزيتا هي بعثة فضائية بين الكواكب تقصد مُذَنَّبًا في رحلة تُقَارِب العشرين عامًا».

منذ ذلك الحين، قسّم أكوماتسو اهتماماته. تزوج صديقته، كما قضى أيضا الثمانية عشر عامًا الماضية يتعقب المُذَنَّب «67/ تشيريموف جيراسيمنكو» 67P/Churyumov–Gerasimenko. وكمدير لرحلة البعثة، أدار أكوماتسو الفريق الذي قاد روزيتا إلى لقائها مع المُذَنَّب في شهر أغسطس الماضي، بعد رحلة بلغت 6.4 مليار كيلومتر من الأرض. جاءت ذروة المشروع في نوفمبر الماضي عندما هبط من روزيتا بنجاح مسبار اسمه فيليه على المُذَنَّب، وأتاح للعلماء أول بيانات من سطح المُذَنَّب، مما جعل روزيتا إحدى أكثر البعثات نجاحًا في تاريخ «وكالة الفضاء الأوروبية» ESA.

لم يعمل أكوماتسو وحده.. فالأمر اقتضى فريق عمليات كبير لدى وكالة الفضاء الأوروبية للتحكم في مسار روزيتا بدقة كافية؛ لإنزال المسبار فيليه على بعد 120 مترًا من مركز المنطقة المستهدفة للهبوط. يقول قائد البعثة فريد يانسن: «نظرا إلى أن لدينا دائرة خطأ معقولة في نطاق 500 متر، لم يكن موقع إنزال المسبار سيئًا». عندما أخفقت أنظمة رسو فيليه، وارتدّت المركبة إلى موقع معتم، حيث لا يمكنها شحن ألواحها الشمسية بالطاقة، وبالتالي فقد المسبار الكهرباء بعد 64 ساعة، لكن في ذلك الوقت، جمع كنزًا من البيانات، من شأنها أن تضيف إلى المعلومات التي جمعتها روزيتا حول بِنْيَة المُذَنَّب وتكوينه. بعد تزوُّدهم بهذه التبصرات، يأمل العلماء في فهم أفضل لأصل وتطور المجموعة الشمسية، بما في ذلك إنْ كانت المُذَنَّبات قد جلبت المياه والجزيئات العضوية إلى الأرض خلال نشوئها المبكر، أم لا.

بدأ أكوماتسو مسيرته المهنية مُرَكِّزًا على نوع مختلف من الطيران. فقد تدرَّب أولًا كطيار تجارب في سلاح الجو الإيطالي. ورغم أنه أحب الطيران، إلا أنه وجد الثقافة المحيطة مقيدة جدًا. وبعد عامين، استقال؛ ليتفرغ لدراسة هندسة الطيران والفضاء. بطبيعته الهادئة الجادة والعابسة أحيانًا، يقول زملاؤه إن أكوماتسو جلب معه قليلًا من الانضباط العسكري إلى مركز مراقبة البعثة.

وبالنسبة إلى أكوماتسو، فأكبر أوجه التشابه بين قيادة طائرة مقاتلة وقيادة روزيتا هو الحاجة إلى اتخاذ قرارات في جزء من الثانية. يقول أكوماتسو: «ينبغي لك الكثير من الاستعداد والتدريب؛ لتكون قادرًا على اتخاذ القرار الصحيح، وبسرعة بالغة». ما بين الإطلاق والهبوط، أجرى فريقه 87 محاكاة، استغرقت كل منها يومًا كاملًا.

رغم نجاح بعثة روزيتا نجاحًا كبيرًا، بكى أكوماتسو عندما علم بموت المسبار فيليه، ويأمل أن يُبعث المسبار مجددًا عندما يقترب المُذَنَّب من الشمس. بعد أن يتأرجح حول الشمس في أغسطس 2015، يعود المُذَنَّب أدراجه نحو الفضاء السحيق.

في أوائل عام 2017، سوف يكون هناك القليل جدًّا من أشعة الشمس؛ لتشغيل روزيتا. ويخطط أكوماتسو لخاتمة جريئة لهذه البعثة، إذ يودّ أن يرى هذه المركبة تقترب من سطح المُذَنَّب الذي يشبه بطة من المطاط، من خلال الوادي الذي يفصل بين جسم المُذَنَّب ورأسه. وقد يحاول الفريق إنزال المركبة الفضائية على سطح المُذَنَّب.

قد لا يكون القرار قراره. فقد أخذ أكوماتسو يبتعد عن عمليات التوجيه اليومي لرحلة روزيتا، وهو مشغول بالإعداد لبعثات وكالة الفضاء الأوروبية إلى كواكب عطارد، والمريخ، والمشتري. وحتى مع هذه المشروعات المثيرة، يجد صعوبة في ترك روزيتا وراءه. يقول أكوماتسو: «إنه أمر محزن بعض الشيء. لا أدري كيف سأتمكن من التكيُّف».

لا يزال أكوماتسو يحلم بروزيتا. يقول أكوماتسو: «هذا الصباح استيقظتُ في الرابعة صباحًا، وظننت أن هناك خللًا ما. في الساعة 07:30 تلقيت مكالمة – روزيتا فَقدت لفترة وجيزة إشارةَ الاتصال بالأرض في الرابعة صباحًا – كثيرًا ما تحدث لي مثل هذه النوبة. فأنا مرتبط بها تمامًا». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مقاتِلة السرطان

اعتقدَتْ دائمًا في نجاح العلاج المناعي للسرطان. وكانت على حق في ذلك.

هايدي ليدفورد

عندما علمت سوزان طوباليان في يوليو 2014 أن العلاج الذي كانت مِن روّاده يمكن أن يُستخدَم الآن في الولايات المتحدة لعلاج المرضى بسرطان الجلد المتقدم، استقبلت الأخبار بتأثر، ولكن بعزيمة قوية أيضًا. ركزت الطبيبة والباحثة المدققة في السرطان بالفعل على تحديات المجال القادمة: إقرار استخدام العقار في بلدان أخرى، وضد نطاق واسع من السرطانات. تقول طوباليان: «رغم أن هذا كان سببًا للاحتفال، لا نزال نتطلع نحو الأفق».

العقار هنا جزء من فئة جديدة مثيرة تُسمَّى مثبطات PD-1، تتيح لخلايا المناعة التائية القفز بحالة تأهب قصوى، بحيث تكون حرة لمهاجمة الأورام. في شهر يوليو الماضي، أقرّت الجهات اليابانية المختصة بترخيص العقاقير بترخيص أول هذه العقاقير «نيفولوماب» nivolumab، من إنتاج شركة «بريستول مايرز سكويب» في نيويورك، معتمدين بشكل كبير على نتائج التجارب الإكلينيكية التي قادتها طوباليان. بعد شهرين، أقرّت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية استخدام عقار آخر من الفئة نفسها، يُسمى «بيمبروليزوماب» pembrolizumab. يتوقع بعض المحللين أن تصبح هذه العقاقير حجر الزاوية في علاج السرطان، مع سوق تتجاوز 10 مليارات دولار سنويًّا بحلول عام 2020.

وحتى عندما كانت طالبة بكلية الطب، تقول طوباليان، إنها كان أسيرة لفكرة توجيه دفاعات الجسم ذاته ضد السرطان، بدلًا من مهاجمة الورم مباشرة ـ كما هو الحال في بقية العلاجات ـ بالإشعاع أو العقاقير. في عام 1985، التحقت طوباليان بمختبر عالِم المناعة المختص بالأورام، ستيفن روزنبرج، بالمعهد الوطني الأمريكي للسرطان في مدينة بيثيسدا، بولاية ميريلاند. كانت تعتزم مغادرة البلاد بعد عامين؛ لكنها مكثت 21 عامًا، وأنشأت مختبرها الخاص. يقول روزنبرج إن طوباليان سرعان ما تركت بصمتها كباحثة موهوبة، وعالِمة مدققة تأخذ الصورة الكبيرة دائمًا بعين الاعتبار. وأضاف: «كانت متحمسة تمامًا لإيجاد علاجات فعالة للسرطان».

وحتى عندما شكَّك البعض في نجاح العلاج المناعي للسرطان، وبدت التجارب الإكلينيكية الأولى مخيبة للآمال، لم يثنِها ذلك عن مواصلة مسعاها. قالت طوباليان: «سيكون هناك دائمًا بعض المرضى الذين يستجيبون لتلك العلاجات. لقد حافظ أولئك المستجيبون الاستثنائيون على الأمل حيًّا».

في عام 2006، غادرت طوباليان مدينة بيثيسدا؛ للمساعدة في إطلاق تجارب علاجية باستخدام عقار «نيفولوماب» بجامعة جونز هوبكنز في مدينة بالتيمور، بولاية ميريلاند. أدّى ذلك العمل إلى نشر بحث يُعتبَر مَعْلَمًا في عام 2012، وقد أظهر أن عقار «نيفولوماب» أظهر استجابات مبْهرة، ليس فقط لدى بعض مرضى سرطان الجلد المتقدم، ولكن أيضًا لدى مرضى سرطان الرئة – أكثر أسباب وفيات السرطان شيوعًا في العالم (S. L. Topalian *et al*. *N. Engl. J. Med*. **366**, 2443–2454; 2012).

وتنظر الجهات المختصة حاليًّا في إقرار هذه العقاقير لعلاج سرطان الرئة. يُقْبِل باحثون كثيرون على هذا المجال، مدفوعين بنجاحات مثبطات PD-1 وعلاجات السرطان المناعية الأخرى، كما قال جِد وولكوك، طبيب الأورام بمركز سلون كيتيرينج التذكاري للسرطان في نيويورك. وأضاف: «لقد اكتسب هذا المجال شرعية، بعد أن كان موضع ازدراء سابقًا». ■



سوزان طوباليان

CHRIS MADDALONI

صانعة الروبوتات

باحثة استلهمت الحشرات الاجتماعية؛ لتصميم روبوتات تنسِّق مهامّها على نطاق واسع.

كوري لوك

عندما كانت راديكا ناجبال طالبة في المدرسة الثانوية بالهند، لم تحب دروس البيولوجيا، فقد كانت هي المادة التي افتُرض أن تدرسها الفتيات ليصبحن طبيبات. ولأنها لم تكن أبدًا من الذين يتبعون التقاليد، صمَّمت ناجبال أن تصبح مهندسة.

وهي الآن تقود فريقًا بحثيًّا في الهندسة بجامعة هارفارد في مدينة كمبريدج، ولاية ماساتشوستس، لكنْ لديها أيضًا تقدير جديد للمادة التي كرهتها في الماضي. في عام 2014، نالت مجموعتها إشادة كبيرة؛ لإحداثهم علامة فارقة في مجال الروبوتات، المستوحَى تصميمها من عِلْم البيولوجيا.

في اقتفاء لأثر طريقة بناء النمل والنحل والنمل الأبيض أعشاشًا معقدة، وغيرها من البِنَى والهياكل بدون توجيه مركزي، ابتكرت مجموعة ناجبال سربًا من 1,024 «كيلوبوتًا» kilobot بسيطًا جدًّا. كان عرض وطول كل كيلوبوت بضعة سنتيمترات فقط، يتحرك عن طريق جرجرة ثلاث أرجل مغزلية، ويتواصل مع جيرانه المباشرين باستخدام الأشعة تحت الحمراء، لكن الفريق أظهر أنه عندما عملت الكيلوبوتات معًا، أمكنها أن تنتظم في شكل نجوم وأشكال أخرى ثنائية الأبعاد (M. Rubenstein *et al*. *Science* **345**, 795–799; 2014). كان تحقيق هذا المستوى من التعاون في سرب بهذا الحجم الكبير إنجازًا مهمًّا، حسبما قال ألكيريو مارتينولي، عالِم الروبوتات بالمعهد السويسري الفيدرالي التقني في مدينة لوزان. وأضاف متحدثًا عن منهج ناجبال – أي جمع البراهين النظرية مع عرض مادي لسلوك السرب: «بالنسبة لي، هو منهج قوي للغاية، وأمر ينبغي أن يتبعه الآخرون».

REFLECTION FILMS

راديكا ناجبال

طبيب الإيبولا

خبير في الأمراض المعدية، صارع فيروسًا قاتلًا في أفريقيا.

إريكا تشيك هايدن

لعب الشيخ عمر خان دورًا فريدًا عند اندلاع موجة التفشي الواسعة لفيروس الإيبولا في عام 2014. كان عالما – عضوًا بالفريق الذي أجرى أول دراسة لفك تتابعات الفيروس الوراثية في وطنه، سيراليون. كان طبيب الأمراض المعدية الذي رفض دعوة لمغادرة بلاده، حتى يتمكن من البقاء وعلاج المرضى، حيث أصبح لاحقًا أحدهم، ثم تُوفي في 29 يوليو الماضي.

جلب فيروس إيبولا الدمار إلى غينيا وسيراليون وليبيريا، عندما تفاقم إلى وباء خلال عام 2014. كان خان الطبيب الرئيس بمستشفى كينيما الحكومي في سيراليون، حيث كان يعالج ويدرس «لاسا» Lassa، وهو مرض فيروسي قاتل آخر، حتى امتلأ المستشفى بمرضى الإيبولا.

وحسب أولئك الذين عرفوه، آمن خان بأن البحث العلمي والطب يجب أن يخدما الجميع، وليس فقط أولئك الذين تمكنوا من تحمُّل كلفتهما. وكان قد تخلى عن عروض لكسب المزيد من المال بالعمل في العاصمة فريتاون، ماكثًا في منطقة كينيما الريفية المحرومة. يقول جون شيفلين، الطبيب بجامعة تولين الأمريكية في مدينة نيو أورليانز، بولاية لويزيانا، وعمل مع خان: «كان ذلك أحد أكثر الأمثلة التي أرساها أهمية».

أصبح خان شخصية محورية في مجتمع كينيما. وعندما ضرب فيروس إيبولا ضربته، ألغى خططه للتدريس في الخارج. وعندما أصيب بفيروس الإيبولا، قرر أطباؤه عدم إعطائه العلاج التجريبي المعروف باسم «زماب» ZMapp، خشية أن يأتي بنتائج عكسية ويسبِّب آثارًا جانبية خطيرة. خشي بعض أعضاء فريق المستشفى أن تشعل وفاته اضطرابات محلية. «قالوا إنه إذا مات الدكتور خان، سيدمر الناسُ في كينيما المستشفى»، كما تتذكر لينا موسيز، عالِمة الأوبئة بجامعة تولين أيضًا، التي أمضت معظم العام تعمل في كينيما.

تبدو موجة انتشار الإيبولا الآن في فتور. ويتم إجراء تجارب العقاقير واللقاحات على قدم وساق. وأظهرت الأبحاث التي شارك فيها خان مدى سرعة تحوُّر الفيروس وراثيًّا، والفريق الذي عمل معه خان يقوم بتركيب أجهزة فك تتابعات الفيروس الوراثية بمختلف مناطق غرب أفريقيا، حتى يتمكنوا من مواصلة تتبُّع تطوُّره، لكن عدد الضحايا كان كبيرا؛ فقد قتل فيروس إيبولا حوالي 6,300 شخص، من بينهم عديد من الأطباء والعاملين بمجال الرعاية الصحية. وسوف يكون تعويض هذه الخسارة في الخبرات النادرة تحديًّا هائلًا، كما أشارت إستريلا لاسري، أخصائية الطب الاستوائي لدى منظمة «أطباء بلا حدود» بمدينة نيويورك. وقالت: «سوف يستغرق الأمر سنوات، ليتم تدريب العدد نفسه من الخبراء الذين لقوا حتفهم». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

يؤمل أن يؤدي هذا النوع من أبحاث أسراب الروبوتات، في نهاية المطاف، إلى فرق روبوتات ذاتية التنظيم، يمكنها الاستجابة بسرعة للتعامل مع الكوارث، مثلًا، أو المساعدة في تنظيف البيئة، لكن الوصول إلى هذا الحد استغرق وقتًا أطول بكثير مما قدَّرَت ناجبال وفريقها.

تقول ناجبال إن الفكرة الأصلية للكيلوبوتات عمرها أربع سنوات. وكغيرهم من الباحثين في أسراب الروبوتات، أجرى فريقها محاكاة حاسوبية وتجارب معملية صغيرة، لكن مايكل روبنشتاين ـ أحد باحثي ما بعد الدكتوراة بفريقها ـ أقنعها لاحقًا بإمكان القيام بتجارب أكبر من ذلك كثيرًا، لأن التقدم الحاصل في مجال الإلكترونيات، وعلوم المواد، والطباعة ثلاثية الأبعاد، جعل صنع روبوتات بأعداد كبيرة أسهل وأرخص من أي وقت مضى.

كافح الفريق للانتقال من بناء 20 روبوتًا مستقلًّا ـ أكبر مجموعة حققوها آنذاك ـ إلى سرب كامل الحجم من 1024 كيلوبوتًا. وظهر أن مفتاح المسألة هو البساطة، حسب ما قالت ناجبال. وأضافت: «قد تكون الروبوتات المستقلة أقل معايرة، ومكوناتها أقل جودة، وسيطرتها أقل على ما تقوم به، لكنها لا تزال بحاجة إلى تنفيذ مهام معقدة من خلال العمل معًا. وبطريقة ما، ستكون أولويتنا هي التفكير في خوارزميات لا تعتمد على دقة المستوى الفردي».

تحاول ناجبال الآن تطوير أسراب كبيرة من الروبوتات، يمكنها التجمع ذاتيًّا في الهياكل ثلاثية الأبعاد. وقالت إنها ستستمر في استلهام أفكارها من الطبيعة، وهي ممارسة تعلمتها من أستاذها في الدراسات العليا، جيرالد سوسمان، عالِم الحاسبات بمعهد ماساتشوستس التقني بمدينة كمبريدج. أقنعها سوسمان بتحييد نفورها من علم البيولوجيا عندما أشار إلى أن الخلايا هي ـ في نهاية المطاف ـ أجهزة حواسيب مثلى، فهي قادرة على أخذ البيانات من الجزيئات المؤشرة، وإجراء عمليات حسابية كيميائية معقدة؛ لتقرر كيفية التصرف. ثم إن هناك أشياء استثنائية تحدث عندما تجتمع حواسيب الخلايا هذه معًا، حسب ما قالت ناجبال.

تقول ناجبال: «في النهاية، يمكنك الحصول على هذا الكائن الفاعل وظيفيًّا. والأمر المدهش جدًّا أنك تنسى أنه حتى يتألف من خلايا». ومن الأهداف الرئيسة في أبحاث الأسراب الذكية: تشغيل الجمع؛ لتحقيق إنجاز أكبر من الإنجاز الفردي. تقول ناجبال: «النظر في علم البيولوجيا يجعلني أفكر بشكل مختلف في علوم الحاسب». ■



JOHN JAMESON/PRINCETON UNIV.

المتشكِّك الكوني

عالِم في الفيزياء الفلكية، رصد أخطاء في اكتشاف كبير حول التضخم الكوني.

رون كاون

رصد ديفيد سبيرجل التخبط لأول مرة بينما كان في قطار في أواخر مارس 2014. فقبل عشرة أيام من ذلك الوقت، كان الباحثون قد تصدّروا صفحات الجرائد الأولى عندما عقدوا مؤتمرًا صحفيًّا، أعلنوا فيه عن احتمال رصد موجات جاذبية من أقاصي الفضاء. قدَّمت تلك الإشارة ـ التي طال انتظارها ـ دليلًا على أن الكون المبكر قد شهد توسعًا بسيطًا، لكنه هائل، يُسمَّى «التضخم الكوني»، وعززت النتيجة الحديث عن منْح جائزة «نوبل» للفريق، الذي قاده جون كوفاك من مركز هارفارد سميثسونيان للفيزياء الفلكية بمدينة كمبريدج، بولاية ماساتشوستس.

اضطرب سبيرجل من البداية، بسبب الدليل الذي جمعه فريق كوفاتش من تليسكوب BICEP2 بالقطب الجنوبي. وكفيزيائي فلكي، دَرَس نشأة الكون المبكر بجامعة برنستون في نيوجيرسي، شعر بالقلق من أنْ تكون الإشارة من صُنْع البشر. وفي طريقه بالقطار لإلقاء محاضرة بمدينة نيويورك، أدرك سبيرجل أن فريق تليسكوب BICEP2 قد ارتكب خطأً عندما أخذ في الاعتبار كيف أن الغبار القريب قد يغيِّر الإشارات طويلة المدى. وقد طرح مخاوفه في المحاضرة. وفي مايو 2014، شارك في كتابة ورقة بحثية أشارت إلى تلك العيوب (R. Flauger *et al*. Preprint at http://arxiv.org/abs/1405.7351; 2014).

قرر سبيرجل ـ حليق الرأس، وصاحب الصوت الجهوري ـ أنه في حاجة إلى التحدث علنًا. وقال سبيرجل: :أردتُ أن تعرف أوساطُ الفيزياء الأوسع أن هناك أسبابًا للتشكك».

ضخّمت وسائل التواصل الاجتماعية من انتقاداته. واستقطب فيديو محاضرته في نيويورك نحو 2000 مشاهدة، منبهًا الآخرين إلى هذا الجدل. وسرعان ما طغت المناقشات حول الخطأ الكوني على الحديث عن جائزة «نوبل» لفريق تليسكوب BICEP2. وعندما نشر فريق BICEP2 نتائج دراستهم في يونيو (P. A. R. Ade *et al*. *Phys. Rev. Lett*. **112**, 241101; 2014) ، كانوا أقل يقينًا مما كانوا عليه في المؤتمر الصحفي، وإن لم يكن بدرجة كافية لإرضاء سبيرجل. والتحليل المرتقب لبيانات الأقمار الاصطناعية قد يسوِّي الجدل المثار قريبًا. وبالنسبة إلى عالِم في أصل وتطور الكون مارك كامينوكوسكي بجامعة جونز هوبكنز في مدينة بالتيمور، بولاية ميريلاند، تظهر هذه الحادثة خطورة الإعلان عن نتائج كبيرة في وقت مبكر جدًّا. ورغم أن فريق تليسكوب BICEP2 ربما كانت لديه أسباب وجيهة لعقد مؤتمر صحفي، إلا أن كامينوكوسكي قال: «قد يميلون هم ومَنْ في وضْع مماثل لهم مستقبلًا إلى انتظار بعض التدقيق». ■



PARDIS SABETI

مستكشِفة الأسطح

جائزة لعالمة رياضيات سَلَّطت الضوءَ على ندرة النساء في هذا المجال.

إيريكا كلارّايش



COURTESY OF MARYAM MIRZAKHANI

عندما كانت مريم مرزاخاني طالبة دراسات عليا في الرياضيات بجامعة هارفارد في عام 2003، ذهبت إلى الأستاذ المشرف عليها، كيرتس ماكمولن، لتسأله سؤالًا. كان ماكمولن قد انتهى لتوه من حل مسألة طال أمدها، تتصل بسلوك كرات البليارد على نوع من المناضد المجردة التي يمكن طيُّها إلى سطح على شكل كعكة الدونتس، لها ثقبان. كان اكتشافًا جديدًا، لكن مرزاخاني سألته عن سبب أنه أثبت الحل لأسطح ذات ثقبين فقط، وليس لأسطح أكثر تعقيدًا ذات ثقوب أكثر. كانت منجذبة إلى أكبر مشكلة محتملة، حتى لو لم تكن لديها فكرة، آنذاك، حول مدى صعوبة حلها. تقول مرزاخاني: «أحيانًا يكون عدم المعرفة الكافية نعمة، لأنك حينذاك تقوم بدورك فحسب».

وضعت مرزاخاني ـ الموجودة الآن في جامعة ستانفورد بولاية كاليفورنيا ـ هذه المسألة في ذهنها لمدة عقد من الزمن تقريبًا، حتى وجدت لها جوابًا. كتبت مرزاخاني ورقة بحثية من 172 صفحة في عام 2012 بالاشتراك مع أليكس إسكين من جامعة شيكاغو، بمدينة إلينوي، حيث وعت نطاق نتائج ماكمولن لجميع الأسطح ذات الثقبين أو أكثر من ثقوب الدونتس، بالربط بين مجالات رياضية متنوعة، كالهندسة، والطوبولوجيا، والأنظمة الديناميكية (A. Eskin and M. Mirzakhani Preprint at http://arxiv.org/abs/1302.3320; 2013). «إنها

المتحدِّي بدلو الثلج

ساعَد في بدء حملة تَواصُل اجتماعي، بعوائد ضخمة للأبحاث.

سارة ريردُن

خلال عامين ونصف العام منذ تشخيص إصابته بالتصلب الجانبي الضموري (ALS)، فَقَدَ بيت فريتس ـ البالغ من العمر 29 عامًا ـ القدرة على الكلام، أو الحركة. وفي نوفمبر الماضي، كان مدرب البيسبول السابق بالجامعة ضيف شرف في متجر لبيع سلع الرياضة البدنية قرب منزله في مدينة بيفرلي بولاية ماساتشوستس، حيث جلس وطفلته حديثة الولادة في حضنه، وشاهد احتفالًا بعيد الميلاد، ظهر فيه أحد الممثلين مرتديًا زِيّ سانتا كلوز، ويغمر نفسه بالثلج.

كان سانتا كلوز يمارس «تحدي دلو الثلج»، وهو المبادرة التي أتاحت للناس نشر ومشاركة مقاطع فيديو لأنفسهم وهم يلقون بالماء المثلج فوق رؤوسهم؛ لرفع مستوى الوعي والتبرعات لأبحاث التصلب الجانبي الضموري. روّج فريتس أول مرة للفكرة في أغسطس الماضي، من خلال مشاركات في الفيسبوك ويوتيوب، أملاها باستخدام برمجيات تتبُّع العين. ومنذ ذاك الحين، أصبح هذا التحدي أحد أنجح عمليات جمع التبرعات للبحوث الطبية الحيوية بوسائط التواصل الاجتماعي. وقاد ذلك الأمر داعمي ضحايا أمراض أخرى غير معروفة إلى التساؤل عما إذا كان يمكن لجهود مماثلة أيضًا أن تساعدهم على جمع المال لأبحاث تلك الأمراض.

لم تنشأ فكرة التحدي بدلو الثلج بمشاركات فريتس عبر وسائط التواصل الاجتماعي، فقد استُخدمت تحديات مماثلة في حملات أخرى بوسائط التواصل الاجتماعي، لكن جهوده، بالتوازي مع مشاركات بات كوين من مدينة يونكرز، بولاية نيويورك، المريض أيضًا بالتصلب الجانبي الضموري، فعل الكثير لإنجاح انتشار التحدي. حث كلا الرجلين مستخدمي الإنترنت لإظهار التضامن مع المرضى بنشر الفيديو. وتحولت الفكرة إلى حملة جمع التبرعات: إما أن تفرغ الماء المثلج على رأسك، أو تتبرع بالمال لأبحاث التصلب الجانبي الضموري، ثم تتحدى الأصدقاء لفعل الشيء نفسه. وكثير من الناس اختار كلا الأمرين. وحتى الآن، نشر المشاركون من جميع أنحاء العالم 17 مليون فيديو على الأقل للتحدي بدلو الثلج في فيسبوك، وجمعوا أكثر من 115 مليون دولار أمريكي – تقريبًا ثلاثة أضعاف الأربعين مليون دولار التي أنفقتها معاهد الصحة الوطنية الأمريكية على أبحاث التصلب الجانبي الضموري في عام 2013. يقول منتقدون إن التحدي بدلو الثلج أصبح هَوَسًا، وإن تركيزه على مرض يصيب نحو نصف مليون شخص في العالم كله يمكن أن يصرف الانتباه عن تهديدات أشد فتكًا، مثل أمراض القلب التي تقتل 7.4 مليون شخص سنويًّا. ومع ذلك.. استقطبت «الاستراتيجية» المستجدة انتباه مجموعات من داعمي قضايا أخرى. وقد عقدت المنظمة الوطنية للاضطرابات النادرة في مدينة دانبري، بولاية كونيتيكت، ندوة في أكتوبر الماضي حول حملات جمع الأموال سريعة الانتشار، وتخطط لجلسة متابعة، نظرًا لشعبيتها.

هذا.. ولا تزال أسرة فريتس تأمل في أن يثمر التحدي بدلو الثلج يومًا ما علاجًا للتصلب الجانبي الضموري. يقول جون فريتس، والد بيت: «عندما يوجد العلاج، سيعود الفضل إلى ما حدث في أغسطس 2014». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نتيجة رائعة»، هكذا قال هوارد ماسور، عالم الرياضيات بجامعة شيكاغو. في أغسطس 2014، منحت مرزاخاني ميدالية فيلدز، التي غالبًا ما تُسمَّى بجائزة نوبل في الرياضيات، لهذا الإنجاز وإنجازات أخرى في الرياضيات البحتة. ومن ضمن اكتشافاتها الأخرى: وجود صلة مدهشة بين هندسة القطع الزائد – هندسة أشكال السرج – ونظرية الأوتار.

ومرزاخاني إنسانة متواضعة. فعندما تلقَّت نبأ حصولها على الجائزة، افترضت أن الرسالة جاءتها من حساب بريد إلكتروني مخترق. وهي شخصية تعشق الخصوصية، حيث بقيت بعيدة عن الأضواء، حتى بعد إعلان فوزها بالجائزة، لكن الأخبار استقبلت ذلك باهتمام بالغ. فقد تسابقت الاهتمامات من خلال وسائط التواصل الاجتماعي والصحافة، لتصل إلى منافذ مثل مجلة الأزياء «هي» *Elle* والمدوَّنة النسوية «جيزيبل» Jezebel. لم يكن معظم النقاش حول الأسطح المجردة، بل عن عالمة الرياضيات إيرانية المولد، وكيف أصبحت هي المرأة الوحيدة التي تلقَّت ميدالية فيلدز منذ بدء منْح الجائزة في 1936.

ألقت هذه الضجة ضوءًا على نقص تمثيل المرأة بشكل صارخ في الرياضيات. فحسب مسح أجرته جمعية الرياضيات الأمريكية عام 2012 لجامعات الولايات المتحدة، تشكل النساء: 30% من طلاب الدكتوراة في الرياضيات – وهو رقم لم يتزحزح منذ سنوات – و12% فقط من أعضاء هيئة التدريس المعيَّنين بجامعات تمنح الدكتوراة. وأولئك النساء اللاتي أصبحن أستاذات رياضيات معيَّنات بالجامعات تلقَّين عددًا صغيرًا غير متناسب من الجوائز العلمية.

تقول مرزاخاني إنها لم تواجه أي تمييز صريح ضد المرأة، لكن هناك مؤثرات ثقافية خفية يمكن أن تقوض ثقتهن، مثل افتقاد الأقران، وتصوُّر شائع لدى الفتيات بأن الرياضيات ليست شيئًا «رائعا». وهي تأمل أن تُلْهِم جائزتها عالمات الرياضيات الثقة. ويعتقد آخرون أنها سوف تغيِّر الطريقة التي يُنظَر بها إليهن. تقول روث تشارني، أستاذة الرياضيات بجامعة برانديز في مدينة والثم، بولاية ماساتشوستس، ورئيسة جمعية عالمات الرياضيات: «مِن الآن فصاعدًا، لن يستطيع أحد التفكير في ميدالية فيلدز، دون استحضار مريم مرزاخاني. إنها اشارة واضحة إلى أن هناك نساء ينجزن في الرياضيات أرفع الإنجازات على الإطلاق، إذا كان هناك أي شخص متشكِّك في ذلك».

إنّ مريم مرزاخاني متأكدة مما تقول، وتتوقع فائزات أخريات بميدالية فيلدز قريبًا. وتركز في هذه الأثناء على دفع تحليلها لسطوح البليارد إلى مدى أبعد. إنها تَعتبِر نفسها مكتشفة ـ وليست مخترِعة ـ في الرياضيات. تقول مرزاخاني: «أرى أنه استكشاف لدوائر غير معروفة. إنه شيء من المغامرة، في محاولة للعثور على حلقات الربط». ■

ARUN SANKAR K/AP/PRESS ASSOCIATION IMAGES



كوبِلّيل راداكريشنان

راجِم الصواريخ

رئيس منظمة الفضاء بالهند قاد بعثتها إلى كوكب المريخ.

تي. في. پادما

عرف كوبِلّيل راداكريشنان أن الاحتمالات كلها ضده عندما اقترب المسبار الفضائي الهندي «مانجليان» Mangalyaan من سطح المريخ في عام 2014. وبصفته رئيسًا لمنظمة أبحاث الفضاء الهندية (ISRO)، كان يدرك جيدًا أن نصف المحاولات للوصول إلى المريخ باءت بالفشل، لكن منظمة أبحاث الفضاء الهندية تعلَّمت دروسًا من أخطاء الدول الأخرى، وحددت أهدافًا متواضعة لأول بعثة لها بين الكواكب، وُصفت بأنها تظاهرة تكنولوجية. وعندما استقر «مانجليان» بنجاح في مدار المريخ يوم 24 سبتمبر الماضي، انضمت الهند إلى مجموعة الدول صاحبة الطموح والقدرة التقنية على استكشاف النظام الشمسي.

وأثناء عمله كمهندس ومدير بمنظمة أبحاث الفضاء الهندية، قاد راداكريشنان مجموعة متنوعة من المشروعات، من تطوير أقمار اصطناعية للاستشعار عن بُعْد إلى إقامة نظام تحذير من تسونامي في الهند. كانت بعثة المريخ مغامرة، لكنها تسببت في قلق أقل من القلق الذي صاحب مشروع المنظمة لتطوير محرك صاروخ مبرد، الذي أخفق خلال إطلاقه في 2010، ونجح أخيرًا في 2014. يقول راداكريشنان: «كانت بعثة المريخ مناسبة بعض الشيء». وأضاف مهونًا من دوره الخاص: «كنتُ مِثل قائد الأوركسترا». وقد ألقت بعثة المريخ الضوء على طموح الفضاء في آسيا. تخطِّط الهند في السنوات الثلاث المقبلة لإطلاق بعثتها الثانية إلى القمر، وتهدف الصين إلى جلب عيِّنات من القمر إلى الأرض بحلول عام 2017.

لقي نجاح الهند هذا العام استحسانًا واسع النطاق. وحسب تصريح ريموند أرفيدسون، عالِم الكواكب بجامعة واشنطن في مدينة سانت لويس، بولاية ميزوري: «هذا أمر جيد بالنسبة إلى الهند واقتصادها، مما يُظْهِر قدرتها على تطوير وتنفيذ مشروعات ذات تقنية عالية».

يقول راداكريشنان إن خطط الفضاء الهندية لا ينبغي الحكم عليها، مقارنةً بخطط البلدان الأخرى: «إننا لا نسابق أحدًا، بل نسابق أنفسنا فقط». ومع ذلك.. فقد غادر السباق... حيث تقاعد راداكريشنان بنهاية عام 2014، وأصبح أكثر حرية لمتابعة شغفه بالغناء والرقص الهندي الجنوبي الكلاسيكي، إذ لم يكن لديه الكثير من الوقت لذلك خلال سعي المنظمة في مهمة المريخ الشاقة. ■

BARRY CHIN/THE BOSTON GLOBE VIA GETTY



بيت فريتس

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



MAMI NAGAOKI/AP/PRESS ASSOCIATION IMAGES

مختبِرة الخلايا الجذعية

طبيبة عيون أدخلت الأمل إلى حقل الخلايا الجذعية خلال عام مضطرب.

ديفيد كيرانسكي

على مدى ساعة، في يوم الجمعة 12 سبتمبر 2014، جلست ماسايو تاكاهاشي وحدها، تتأمل بهدوء حصيلة عِقْد من الأبحاث التي أدَّت إلى هذه اللحظة.

كانت تاكاهاشي، طبيبة العيون بمركز «رايكن» RIKEN للبيولوجيا التطورية في مدينة كوبه، باليابان، على وشك مشاهدة صفيحة من الخلايا الظهارية التي استنبتتها لزراعتها في الجزء الخلفي من شبكية العين المعطوبة لامرأة. استنبتت هذه الخلايا الظهارية من الخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات (iPS)، المُرَوَّج لها بشكل واسع؛ لإمكاناتها في توليد أنسجة متطابقة وراثيًّا لعلاج عدد من الأمراض. كانت عملية الزرع أوّل اختبار لهذا الأمل في حالات بشرية، وبالتالي أصبحت علامة فارقة في مجال الخلايا الجذعية. وما إنْ جلست تاكاهاشي، حتى استحضرت بهدوء جميع الذين ساعدوها في الوصول إلى هذه النقطة، قائلة: «أشخاص كثيرون.. إنْ ذكرتهم جميعًا، سيكون الأمر أشبه بقائمة التنويهات الواردة في نهاية فيلم». وعن الفضيحة التي ضربت مجال الخلايا الجذعية وهدَّدت بعرقلة المشروع في وقت سابق من عام 2014، قالت: «كانت كساعة مقدسة».

كانت تاكاهاشي تحاول استخدام الخلايا الجذعية لإصلاح عطب شبكية العين لمدة عشر سنوات. وتحاول كذلك التقليل من الضجيج حول الخلايا الجذعية للمدة ذاتها تقريبًا. تلقَّى عملها دفعة قوية عندما اكتشف عالم الخلايا الجذعية ، شينيا ياماناكا، بجامعة كيوتو في اليابان في

محلِّل البِنَى الحيوية

عالِم بيولوجيا، نقل آلات الخلية الجزيئية إلى بؤرة اهتمام أكثر وضوحًا.

إيوين كالاويه

سيورس شيرز محاط بالريبوسومات... التي تملأ صورة أحدها شاشة جهاز الحاسوب الخاص به، وآلاف الصور الأخرى تملأ قرص الحاسوب الصلب. إنّ سيرته الذاتية مرصعة بأوراق بحثية رفيعة المستوى، تظهِر بعض أوضح الصور على الإطلاق لآلات صنع البروتين المعقدة هذه. لذلك.. فمن المثير للدهشة ما يقوله شيرز، عالم البيولوجيا البنيوية، بأنه ليس مهتمًّا كثيرًا بالريبوسومات. ويعلن باستمتاع قائلًا: «الرياضيات هي كل شيء. إنها إسهامي الأساسي».

ساعدت الرياضيات في قيادة ثورة البيولوجيا البنيوية قُدمًا. وكانت طريقة تُسمى «التصوير البلوري بالأشعة السينية» قد هيمنت على البيولوجيا البنيوية زمنًا، والحقل الآن مفتون بتقنية «الفحص بالمجهر الإلكتروني بالتبريد» cryo-EM. أدَّت حسابات شيرز إلى برمجيات تحوِّل صور مجهرية لعينة مبردة محدودة الاستبانة إلى صور مفصلة بشكل رائع، مما يسمح لعلماء البيولوجيا بتصور آلات جزيئية بسهولة ودقة أكثر مما سبق.

استهل شيرز عمله في أبحاث الدكتوراة بمحاولة الحصول على جزء من بروتين تنظيم الجين لتشكيل بلورات منتظمة، وهو شرط أساسي للتصوير البلوري بالأشعة السينية، الذي يتضمن قصف البلورات بالأشعة السينية، ثم استخدام أنماط الحيود الناتجة؛ لاستنتاج شكل البروتين، لكنه تخلى عن المشروع عندما استعصى البروتين، كبروتينات أخرى كثيرة، على التبلور. وانجذب ـ بدلًا من ذلك ـ إلى الفحص بالمجهر الإلكتروني بالتبريد، حيث يُستخدم شعاع من الإلكترونات لتصوُّر حلول بِنْيَة البروتين المجمد لحظيًّا. ثم يتم إنشاء بِنَى ثلاثية الأبعاد عن طريق دمج صور إلكترون مجهرية مأخوذة من زوايا مختلفة. وكانت تُعرف هذه التقنية آنذاك باسم «التصوير النقطي» blob-ology، لأن الصور التي تنتجها كانت مرقَّعة غير مكتملة، حسبما قال شيرز.

في 2010، عندما التحق شيرز بمختبر البيولوجيا الجزيئية LMB بجامعة كمبريدج، في المملكة المتحدة، كان يجري تطوير ميكروسكوبات يمكنها اكتشاف الإلكترونات بكفاءة أكبر، وأخْذ لقطات من البروتينات بمعدل مئات في الثانية، لكن شيرز أدرك الحاجة إلى برامج حاسوبية أفضل لفهْم طوفان البيانات والاستفادة بها؛ فأغلق مكتبه عليه؛ محاولًا كتابة برنامج حاسوبي. يقول شيرز: «لم يكن لديَّ فريق. كنت أبرمج وحدي». البرنامج الحاسوبي الناتج آنذاك، واسمه «رليون» RELION، جلَب النقط إلى

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أسماء تستحق المتابعة في

2015

زي چنهوا
أرفع مسؤول مناخي في الصين
بعد اتفاق 2014 المناخي بين الولايات المتحدة والصين، سيكون شييه وأكبر ملوث بغازات الاحتباس الحراري في العالم بؤرة اهتمام محادثات المناخ.

ألان ستيرن
الباحث الأول في بعثة الآفاق الجديدة لوكالة الفضاء الأمريكية «ناسا»
سيكون ستيرن قطعا في بؤرة الاهتمام في يوليو القادم عندما تكون بعثته أول بعثة تصل بلوتو. فقط لا تخبره أن بلوتو ليس كوكبا.

جوان ليو
الرئيس العالمي لمنظمة «أطباء بلا حدود» (MSF)
سطع نجم «أطباء بلا حدود» خلال استجابتها عالميا لوباء حمى الإيبولا، وسيكون ليو لاعبا كبيرا في جهود هذه السنة الجديدة لإنهاء الوباء.

برنارد بيجوت
عين مديرا عاما للمفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي (ITER)
بيجوت يريد إصلاحا جذريا لهذا المشروع الذي بلغت كلفته مليارات اليوروهات لبناء مفاعل ضخم يظهر جدوى طاقة الاندماج النووي.

ريك هورويتز
المدير التنفيذي، معهد «ألين» لعلوم الخلية
كرئيس لمشروع جديد كلفته 100 مليون دولار تبرع بها المحسن بول ألن، ينبغي لهورويتز أن يدفع ببيولوجية الخلية إلى تخوم جديدة.

2006 كيفية تخليق الخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات، التي تعتبر أسهل من تخليق الخلايا البشرية الجذعية المحفزة. وبالتعاون مع ياماناكا، عرفت تاكاهاشي كيف تحوِّل الخلايا الجذعية إلى صفائح من الخلايا الظهارية لشبكية العين. ثم اختبرت الخلايا الناتجة في الفئران والقرود، وتجاوزت العقبات القانونية، واستقطبت المرضى، ومارست استنبات خلايا من هؤلاء المرضى. وأخيرًا، أصبحت متأهبة لتجرِّب زرع تلك الخلايا في أشخاص مصابين بحالة شائعة تُسمَّى «التنكس البقعي المرتبط بالعمر»، وهي حالة تقوم فيها الأوعية الدموية التي تكونت بشكل غير طبيعي بتدمير المستقبِلات الضوئية والرؤية. تهدف عمليات الزرع إلى تغطية شبكية العين، وترقيع طبقة الخلايا الظهارية، ودعم المتبقي من المستقبِلات الضوئية. وعند مشاهدة الإجراء الجراحي، تقول تاكاهاشي: «يمكنني الشعور بتوتر الجَرّاح».

في النهاية، مضى كل شيء بسلاسة، لكن لن تصرح تاكاهاشي إنْ كان ذلك نجاحًا، إلا بعد عام من عملية الزرع، لكنها تقول إن النسيج المزروع يبدو محتفظًا بلونه البُنّي، وهي إشارة إلى أنه لم يتعرض لهجوم الجهاز المناعي. والمريضة، وهي امرأة في السبعينات من عمرها، فقدت بالفعل بصرها ولا يُتوقَّع استعادته؛ لكن فريق تاكاهاشي حريص على معرفة ما إذا كان الزرع آمنًا، أم لا، ويمنع حدوث مزيد من تدهور الشبكية.

خطَّطت تاكاهاشي للعمل على ستة مرضى في دراسة إكلينيكية غير رسمية، لكن قانونًا يابانيًّا جديدًا دخل حيِّز التنفيذ في نوفمبر 2014 فتَح الباب أمام مسار سريع لتجربة رسمية، من شأنها نقل التقنية ـ حال نجاحها ـ للاستخدام الإكلينيكي المفتوح. وهي تفكر الآن في الطريق الذي ستتخذه.

كانت عملية الزرع قفزة للمجال بعد وقت طويل. وفي وقت سابق من العام، ثار جدل حول ورقتين بحثيتين في الخلايا الجذعية نُشرتا بدورية *Nature*، لا علاقة لهما بأبحاث تاكاهاشي، وأحاط الجدل بمركز البيولوجيا التطورية. والورقتان اللتان أوردتا وصفة سريعة لتخليق خلايا جذعية محفزة، أُشِيد بهما أولًا، ثم تجنّبهما العلماء بعد ظهور تلاعب ببعض الأرقام. سُلِّط الضوء على هاروكو أوبوكاتا، المؤلفة الأولى للورقتين، التي قالت إن الطريقة الموصوفة ناجحة. اتخذ الحدث منعطفًا مأساويًّا عندما أقدم يوشيكي ساساي ـ الذي أشرف على أبحاث أوبوكاتا بمركز البيولوجيا التطورية ـ على الانتحار في أغسطس الماضي. وفي أعقاب الفضيحة، تمت إعادة هيكلة جذرية للمركز، وخفضت ميزانية الأبحاث الخاصة به.

ومع ظهور كل هذا للعيان، وجدت تاكاهاشي أبحاثها قيد فحص مكثف: اتُّهمت بالتسرع في الإجراء، في محاولة لكسب المال، وتم طرح مخاوف بشأن ما إذا كانت الخلايا سليمة، أم لا. وقبل شهر من الجراحة المقررة، أعلنت وزارة الصحة فجأة أن هناك عدة اختبارات جديدة مطلوبة للسلامة. ومن وقت إلى آخر، كانت تاكاهاشي تعبِّر عن شعور بأنها «هُزِمَت». ورغم ذلك.. فهي الآن متفائلة، وتطمح للوصول إلى ما هو أعلى من ذلك بكثير، ألا وهو زرْع طبقات المستقبِلات الضوئية جنبًا إلى جنب مع صفائح الخلايا الظهارية؛ لاستعادة درجة صغيرة من البصر لمرضى التنكس البقعي. ولا بد للمستقبِلات الضوئية من الاتصال بالخلايا العصبية، وهو ما تدرك تاكاهاشي أنه سيكون تحديًا. ولذلك.. ستستخدم القدرة على استنبات أنسجة شبكية ثلاثية الأبعاد مخبريًّا، وهي تقنية تذكَّرت تاكاهاشي ـ بحزن ـ أن ساساي كان رائدها. يتشاطر علماء آخرون بالمركز مرارة الحزن، ويقولون إن نجاح تاكاهاشي كان موضع ترحيب. يقول ماساتوشي تاكايتشي ـ عالِم البيولوجيا التطورية، ومدير المركز السابق ـ عن نجاح تاكاهاشي: «كان مشجِّعًا بالتأكيد للجميع في مركز البيولوجيا التطورية». ■



MRC LMB

بؤرة الاهتمام.. فقد قام بعمل أفضل كثيرًا، مزاوِجًا بين الصور في بنية جزيئية ثلاثية الأبعاد، مقارنةً بالأدوات الموجودة.

يقول ڤِنكي راماكريشنان، عالِم البيولوجيا الجزيئية بمختبر البيولوجيا الجزيئية بكمبريدج: «تركناه وشأنه سنتين، وجاءنا بكل هذه البرمجيات الرائعة». فاز راماكريشنان بجائزة نوبل في الكيمياء في عام 2009، تقديرًا لعمله في تحديد بِنْيَة الريبوسومات البكتيرية باستخدام التصوير البلوري بالأشعة السينية، لكنْ قد يستغرق الأمر سنوات للحصول على هذه البِنَى، لأن الريبوسومات تتكون من عشرات البروتينات وجزيئات الحمض النووي الريبي RNAs المختلفة. يتيح التصوير بالمجهر الإلكتروني بتبريد العينة طريقًا أسرع. وفي عام 2014، تعاوَن راماكريشنان مع شيريز لإنتاج البِنَى التفصيلية لريبوسومات الخميرة والبشر. وحاليًّا، تحوّل مختبره حصريًّا تقريبًا إلى التقنية الجديدة. يقول راماكريشنان: «بالنسبة لنا، التقنية الجديدة منقِذة. ويمكن تعريفنا الآن بأسئلة بيولوجية، وليس بما يمكننا بلورته».

يبحث شيريز الآن عن بِنَى أكثر صعوبة؛ لحلها. وقد وجد واحدة في مشروع مع فريق بجامعة تسينجهوا في بكين، لتحديد بنية «جاما سيكريتيز» γ-secretase، وهو بروتين متضمَّن في مرض الزهايمر. والبروتين صغير نسبيًّا، وعرضة للحركة، مما يطمس صوره بواسطة المجهر الإلكتروني، لكن شيريز أنتج بالفعل بنية له، ويعمل على تحسينها. يقول ريتشارد هندرسون، عالِم البيولوجيا البنيوية بمختبر البيولوجيا الجزيئية، الذي ساعد في تطوير مجهريات الإلكترون الجديدة: «إنها فترة ازدهار التصوير بالمجهر الإلكتروني بالتبريد. ويُستحَق الاعتراف لسيورس بفضل كبير في نجاحها». ■



الصندوق الأسود لإعادة البرمجة

دأب العلماء على إعادة برمجة الخلايا البالغة في الخلايا الجنينية لعقود، ولكنهم بدأوا الآن فقط في الإحاطة بآليّاتها.

ديفيد سيرانوسكي

إنّ إعادة البرمجة تفعلها البيوض والحيوانات المنوية عندما تجتمع لتشكيل الجنين. وقد فعلها جون جوردون في ستينات القرن العشرين عندما استخدم الخلايا المعوية من الشراغف؛ لتوليد ضفادع متطابقة وراثيًّا، وفَعَلها أيضًا إيان ويلموت، عندما استخدم خلية ثديية بالغة لتخليق النعجة «دوللي» في عام 1996. لقد باتت إعادة البرمجة ـ إعادة الخلايا المتمايزة إلى الحالة الجنينية، ذات القدرة غير العادية على تخليق كافة خلايا الجسم ـ تجري منذ وقت طويل جدًّا.

ازداد الاهتمام العلمي بإعادة البرمجة بشدّة بعد عام 2006، عندما أظهر العلماء أنه من الممكن إعادة برمجة خلايا الفئران البالغة عن طريق إدخال أربعة جينات فقط، لكي تخلِّق ما أطلقوا عليه اسم الخلايا الجذعية المستحثّة متعددة القدرات (iPS)[1]. كانت الطريقة بسيطة بما يكفي ليحاول أي مختبَر إجراءها، وهي الآن السبب في أكثر من ألف بحث سنويًّا. والأمل يكمن في أن نتمكن من استخدام الخلايا متعددة القدرات في إصلاح الأنسجة التالفة أو المريضة، وهو الأمر الذي ازداد اقترابًا من التحقق في عام 2014، عندما زُرعت خلايا الشبكية المشتقة من الخلايا الجذعية المستحثّة متعددة القدرات في امرأة تعاني من مرض في العين، مسجّلة المرة الأولى التي

NIK SPENCER/NATURE

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تُزرع فيها خلايا معادة البرمجة في البشر (انظر: Nature (http:// doi.org/xhz; 2014.

هناك عقبة واحدة فقط.. هي أنه لا أحد يعرف، ولا حتى المجموعات العشر تقريبًا من العلماء الذين يدرسون إعادة البرمجة بشكل مكثف، طريقة حدوثها. إنهم يدركون أن الخلايا المتمايزة تدخل، لتخرج لنا كخلايا متعددة القدرات من الطرف الآخر، لكن ما يحدث فيما بين تلك العمليتين هو أحد الصناديق السوداء لعِلْم الأحياء غير القابلة للاختراق. يقول عالِم الأحياء الجزيئيّة نوت وولتْين، من مركز أبحاث وتطبيقات الخلايا المستحثّة متعددة القدرات في جامعة كيوتو في اليابان: «إننا نضع كل ما في جعبتنا هناك. ولا تزال العملية مربكة بحق. وما نقوم به أمر معقد جدًّا».

إحدى المشكلات، حسب قول أحد المختصين ببيولوجيا الخلايا الجذعية، هي أن مجموعاتها الأولية تضم مزيجًا من الخلايا، لكل منها حالة جزيئية مختلفة قليلًا، وعملية صنع الخلايا الجذعية المستحثّة متعددة القدرات غير فعّالة ومتغيرة في الوقت الحاضر.. فجزء صغير فقط هو الذي تتم إعادة برمجته بشكل كامل بالنتيجة، وحتى هذه الخلايا قد تختلف عن بعضها البعض بطرق خفية، ولكن مهمة. الأكثر من ذلك.. أن المسار إلى إعادة البرمجة قد يختلف اعتمادًا على الظروف التي تنمو ضمنها الخلايا، وبين مختبر وآخر، مما يجعل مقارنة النتائج التجريبية أمرًا صعبًا، كما أنه يثير مخاوف تتعلق بالسلامة في حال استخدام مزيج من الخلايا سيئة التمايز في العيادة.

وقد بدأت التقنيات الجديدة في توضيح الصورة. فبإجراء تحاليل شديدة الدقة للخلايا المفردة، وتجميع كَمٍّ من البيانات الجزيئية المفصلة، يحدد علماء الأحياء عددًا من الأحداث الأساسية التي تأخذ موقعها على الطريق الموصِّل إلى حالة إعادة البرمجة. ومؤخرًا، كَشَفَ أكبر مشروع من هذا النوع ـ وهو نتيجة تعاون دولي أطلق عليه بجرأة اسم (المشروع العظيم) ـ عن نتائجه[2-6]. استخدم العلماء المشاركون فيه مجموعة من الاختبارات لأخْذ لقطات عالية الدقة لكل مرحلة من مراحل إعادة البرمجة، وكشفوا في هذا السياق عن حالة مغايرة لتعدد القدرات. يقول أندراس ناجي، العالِم المتخصص في بيولوجيا الخلايا الجذعية في مستشفى ماونت سايناي في تورونتو، كندا، الذي تولى قيادة المشروع: «لقد كان هذا أول تحليل عالي الدقة لتغيّر حالة الخلية مع مرور الوقت، ولا أخجل أبدًا من القول بأنه عظيم».

بيد أن هناك الكثير مما يجب القيام به، إذا أراد العلماء التحكّم في العملية بطريقة جيدة بما يكفي لتخليق خلايا علاجية بسهولة. يقول جاكوب حنا، المتخصص في بيولوجيا الخلايا الجذعية في معهد وايزمان للعلوم في رحوفوت، إسرائيل: «نعم، يمكننا تكوين خلايا جذعية مستحثّة متعددة القدرات، ويمكننا أن نمايزها، ولكنني أعتقد أننا نشعر بأننا لا نتحكّم فيها بما يكفي. إنّ إخضاع سلوك الخلية لتحكم الإرادة أمر رائع جدًّا. وطريقة القيام بهذا هي فَهْم البيولوجيا الجزيئية بقدر كبير من التفصيل».

نقـــل النواة

عندما أعاد جوردون وويلموت برمجة خلايا الضفادع والأغنام، تباعًا، قاما بذلك عن طريق نقل نواة متمايزة إلى بيضة مجرّدة من حمضها النووي. عرف العلماء أن شيئًا ما في البيضة كان قادرًا على إعادة برمجة النواة، كما لو أن الجينات المرتبطة بكونها خلية جلدية حُجِبت، مثلًا، وشغّلت تلك المرتبطة بتعدد القدرات؛ فأثارت سلسلة من الأحداث المتتالية. في العقد التالي، وجد الباحثون طرقًا جديدة مختلفة لإعادة البرمجة، وهي إضافة نوى إلى البويضات المخصّبة وإلى الخلايا الجذعية الجنينية، لكن هذه الأساليب لم تسهم كثيرًا في توضيح ما الذي كان في الخلايا، وأدَّى إلى إعادة البرمجة، وكيف سارت العملية. وتغيَّر هذا عندما أنتج شينيا ياماناكا، وكازوتوشي تاكاهاشي من جامعة كيوتو الخلايا الجذعية المستحثّة متعددة القدرات[1].

أظهر الباحثان أن البروتينات الأربعة فقط التي يتم التعبير عنها عادةً في الأجنة المبكرة، أو في الخلايا الجذعية الجنينية، هي التي يمكنها إعادة برمجة خلية بالغة. وقدَّما أيضًا ـ بشكل حاسم ـ أداة يتمكن الباحثون من استخدامها لدراسة إعادة البرمجة في طبق الزّرع، وهو ما دأبوا على فعله منذ التوصل إليه. يدرك مختصُّو بيولوجيا الخلايا الجذعية الآن أنه بعد إدخال هذه البروتينات ـ التي تُعرف أحيانا باسم عوامل ياماناكا ـ ستبدأ موجة من التعبير الجيني المكثّف والمتوقَّع في معظمه. وبعد بضعة أيام، ستدخل الخلايا في الحالة الغامضة التي تنقسم فيها، ولكنها تكون متوقفة، وتفشل في مواصلة إعادة البرمجة. وبعد أسبوع أو نحو ذلك، يصبح عدد ضئيل قليل ـ واحد في الألف فقط ـ خلايا متعددة القدرات حقًّا[7].

إنّ التنبؤ بهذه العملية صعب جدًّا، إذ من المستحيل أن نعرف من البداية أيّ الخلايا ستعاد برمجتها. ويستغرق هذا وقتًا طويلًا، بيد أنه يمكن التنبؤ بها ببعض الطرق. يقول ألكساندر ميسنر في جامعة هارفارد بكمبريدج، ماساتشوستس: «سيحصل الباحثون الذين يقومون بهذا العمل في ألمانيا واليابان والولايات المتحدة على الخلايا الجذعية المستحثّة متعددة القدرات في الوقت نفسه تقريبًا، وبالمعدل ذاته تقريبًا. الأمر الوحيد الذي نعرفه هو أنه ليس سحرا.. فثمة آليّة ما. وهذا خبر جيد، ويجب أن نتمكن من العثور عليها». ومع ذلك.. يقول ميسنر إن التقدم الضئيل الذي نحرزه من عام إلى آخر «يكاد يكون مخيبًا للآمال».

من وجهة نظر خلوية، فإن تجاوز حالة التمايز التام يبدو مهمة هائلة، وهو ما يشبه حالة الجمود البيولوجي. ولنأخذ الأرومات الليفية مثلًا، وهي خلايا النسيج الضام التي كثيرًا ما يستخرجها العلماء من الجلد، ويحاولون إعادة برمجتها. في أثناء العملية الطويلة التي اكتسبت من خلالها هويّتها، تم طبع الحمض النووي لهذه الخلايا بواسمات غير جينية، وتعديلات كيميائية، كإضافة مجموعات الميثيل، أو تغييرات على بروتينات الهيستون التي تغلّف الحمض النووي. تضمن هذه أن الجينات ذات الصلة بالأرومة الليفية هي فقط التي يتم التعبير عنها. ولن يكون من المناسب لخلية جلدية أن تسلك فجأة سلوك خلايا جذعية تنقسم، لأن هذا قد يكون الطريق إلى أمراض كالسرطان.

NATURE.COM
استمع إلى البودكاست عن إعادة البرمجة على:
go.nature.com/xydbge

تمكّن العلماء مؤخرًا من الإحاطة الجيدة بما يحدث خلال الـ48 ساعة الأولى، حيث تبدأ عوامل ياماناكا الأربعة، بقوتها الطاغية، في دفع الخلايا للخروج من هذه الحالة. في الخلايا الجذعية الجنينية، تعمد هذه البروتينات إلى تنشيط الجينات في (شبكة تعدد القدرات) التي تجعل الخلايا مستمرة في التكاثر إلى أجل غير مسمى، لكن العوامل تعمل بطريقة مختلفة عندما يلقى بها في خلية متمايزة، كالأرومة الليفية. وعندما عيّن كين زاريت، خبير بيولوجيا الخلايا في جامعة بنسلفانيا بفيلادلفيا، موقع هذه العوامل خلال اليومين الأوّلين من إعادة برمجة الأرومات الليفية البشرية، وجد أنها كانت «محاصَرة جسديًّا» من الوصول إلى جيناتها الهدفية المعتادة من قبل التشكل الكروموسومي[8].

وبدلًا من ذلك.. تتجه البروتينات إلى مناطق يمكن للكروموسومات أن تصل إليها، وفي بعض الأحيان تنشّط الجينات التي تدفع الخلية إلى الانتحار؛ وفي حالات أخرى، فإنها ترتبط بمناطق تحكّم بعيدة تُدعى المعزّزات، وتشجّع تفعيل الجينات المعروف مشاركتها في عملية إعادة البرمجة. وصف رودولف يانيش ـ عالِم الخلايا الجذعية في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج ـ هذا الارتباط واسع النطاق لعوامل ياماناكا بأنه «مختلط وفوضوي»[9].

ألقت دراسات أخرى الضوءَ على التغييرات الشاملة التي تلحق بالكروموسومات خلال هذه المرحلة المبكرة. ففي دراسة نُشرت في عام 2011، أظهرت مجموعة ميسنر أن أحد تعديلات الهيستون المعزّز للتعبير الجيني، ويُطلق عليه اسم H3K4me2، يتغير في أكثر من ألف موضع في جينوم هذه الخلايا: أُضيفت إلى عديد من المواقع على جينات تعدّد القدرات، وأُسقطت عن المواقع التي تقبع فيها الجينات النوعية للأرومات الليفية[10]. في الوقت نفسه، يبدو أن الخلايا تسلك بطريقة مختلفة.. فهي تتراصّ وتقلّ حركتها.

يقول ميسنر: «كانت فكرتنا المبكرة أن هذه العوامل تولّد فوضى عارمة، لكن هذه الخطوة الأولى ممكنة التوقع، ومتماثلة في جميع أنواع الخلايا». الآن، يمكن لميسنر تقريبًا التكهّن، بالنسبة إلى نوع معين من الخلايا، «بالمواقع التي قد تصبح متاحة للانتساخ النشط، والمواقع التي يمكن تعديلها، وتلك التي ستظلّ صامتة»، حسب قوله، إذ «يمكنك التكهن بهذا الجزء، ولكنه لا يعطيك إجابة عن السؤال الخاص بـ: (ماذا سيحدث بعد ذلك؟)».

والتأخير الذي دام أسبوعًا بعد ذلك أوقع العلماء في حيرة. فالخلايا تواصل العمل، وبعضها يعبّر عن جينات جديدة، ولكن بطريقة لا يمكن التنبؤ بها، أو فهمها. وحتى التعديلات H3K4me2 التي كان ميسنر قد حدد مواضعها لا يبدو أنها تعزز التعبير الجيني حتى وقت متأخر جدًّا في هذه العملية. يقول ميسنر: «تصل غالبية الخلايا إلى حالة جزيئية من إعادة البرمجة، ويصل بعضها إلى أبعد من ذلك. لسنا متيقِّنين من السبب. ذاك هو الصندوق الأسود»،

> «الأمر الوحيد الذي نعرفه هو أنه **ليس سحرًا**.. فثمة آليّة ما».

ولكن إذا بدأت خلية بضخّ البروتين Sox-2 (البروتين المحدد لمنطقة الكروموسوم Y)، فإن هذه علامة جيدة حقًّا بأنها تتقدم. «بمجرد قدوم Sox-2، تقع كافة الأمور في نصابها»، حسبما يقول يانيش، الذي درس نشاط ما يقرب من 50 جينًا في خلايا فردية أثناء تقدمها في إعادة البرمجة[11]. في غضون بضعة أيام، يتزايد إنتاج Sox-2، وإنتاج عوامل الانتساخ الأخرى الضرورية لتعدّد القدرات.

والسؤال الآن: لماذا يستغرق ذلك كل هذا الوقت، ولماذا يكون بهذه الندرة؟ «إننا لا نفهم لماذا لا يمكن أن يكون أسرع»، هكذا يقول وولتين، مشيرًا إلى أن الخلية قد تحتاج إلى اجتياز عدة انقسامات، قد يستغرق كل منها نصف يوم على الأقل، لإعادة تشكيل حالتها غير الجينية، «ربما كان هذا هو أحد العوامل المحدّدة».

«لا أخجل أبدًا من القول إنه عظيم».

يقدّم ياماناكا عددًا من التفسيرات الممكنة لمعدل التحويل المنخفض. أحدها هو أن المجموعة الخلوية الأولية هي عدد من أنواع الخلايا المختلفة. فقطعة النسيج المستخدمة لاستخلاص الأرومات الليفية مثلًا، ربما تضمنت مزيجًا من أنواع الخلايا المختلفة بدقّة فيما بينها؛ وحتى الأرومات الليفية ستختلف فيما بينها قليلًا في مزيج البروتينات والجزيئات الأخرى التي تحتوي عليها. وإضافة إلى ذلك.. فالخلايا التي تنمو في المزارع تتحرك باستمرار جيئة وذهابًا بين حالات مختلفة. يعني هذا أن عوامل إعادة البرمجة المقدَّمة ستؤثر على كل خلية بشكل مختلف. يقول ياماناكا: «ما يصلح لإحدى المجموعات الفرعية، لن يصلح للمجموعات الأخرى». والاختلافات الطفيفة في زرع الخلايا والعلاقة بالخلايا المجاورة أيضًا تجعل التحكّم في جميع المتغيرات وقيادة الخلايا كجيش مطيع لأمر صعب، كما يضيف، فـ«التنفيذ المتقن أمر مستحيل».

يحاول الباحثون الآن تصنيف بعض أنواع الخلايا التي تخرج من الصندوق الأسود، وإصلاح تقنيات إعادة البرمجة؛ لمعرفة ما إذا كان بوسعهم تحديد كيف وأين يحدث الافتراق، أم لا. فقد أظهر وولتِين، مثلًا، أن نسبة عوامل إعادة البرمجة المختلفة تؤثر على نوع الخلايا المنتَجة. فقد تتميز مجموعة من الظروف بنسبة نجاح عالية، لكن الخلايا الناتجة تصل إلى حالة من البرمجة الجزئية غير الثابتة؛ بينما يكون الناتج الرئيس لمجموعة أخرى منخفض الكفاءة، ولكن ينتِج خلايا جذعية مستحثّة متعددة القدرات عالية الجودة.

دعَّم المشروع العظيم أيضًا الفكرة القائلة إن إمكانية التغير في عملية إعادة البرمجة تنتج خلايا مختلفة جذريًّا. هذا المشروع، الذي أطلقه في عام 2010 حوالي 30 من كبار العلماء في 8 معاهد للبحوث، كان دافعه رغبة ناجي في فتح الصندوق الأسود، حيث قال: «أردتُ معرفة ما الذي كان فيه». وبعد استهداف إعادة البرمجة بواسطة عوامل ياماناكا، جمع الفريق 100 مليون خلية يوميًّا لمدة شهر، ثم أجروا تحليلًا منتظمًا لما تنتجه من البروتين والحمض الريبي، وتغير حالة المثْيَلة فيها، وغير ذلك الكثير. أنتج تحليل المثْيَلة في حدّ ذاته الكثير من البيانات؛ مما دفع المتعاونين إلى تقاسمها على أقراص صلبة بسعة تيرابايات، ثم أرسلوها حول العالم، مستعينين بشركة «فيديكس». يقول ناجي: «لقد كان حجم الاهتمام أيضًا سببًا موحيًا باسم المشروع. لقد لمع الاسم في رأسي عندما كنت أفكر في حجم البيانات التي كان يجري جمْعها».

تصنيف خاص بها

تمثّل الموجودات الرئيسة فئة جديدة من الخلايا المحفّزة، تدعى الخلايا الفائية (F)، وقد سُميت بذلك، نظرًا إلى المظهر غير الواضح للمستعمرات الخلوية (Fuzzy). أُنتِجت هذه الخلايا إثر تعديل صغير على وصفة الخلايا الجذعية المستحثّة متعددة القدرات: فبدلًا من إيقاف التعبير عن عوامل إعادة البرمجة بعد بضعة أيام، واصل الباحثون تقديمها. يقول ناجي: «يؤدي هذا إلى الانشعاب».

تختلف خلايا الصف-F عن الخلايا الجذعية المستحثّة متعددة القدرات، لأنها لا تنجح في واحد من أكثر اختبارات تعدد القدرات صرامة: عند حقنها في أجنة الفئران؛ لا تتمكن من الإسهام في أنسجة الفئران الخيمرية الناتجة. لهذا السبب.. يقول بعض النقاد إن الخلايا (الفائية) قد تكون ما يسميه علماء آخرون «الخلايا المعاد برمجتها جزئيًّا»، لكن ناجي يقول إن الخلايا لا يجب أن تسهم في الخيمريات لكي تُعتبَر متعددة القدرات، ويشير إلى خصائص تعدد القدرات الأخرى للخلايا: فهي مثلًا، تشكل ما يُعرف باسم (الورم المسخي)، الذي يحتوي على مجموعة من أنواع الخلايا المتمايزة.

يقول ناجي إن الآخرين قد أغفلوا رؤية حالة الخلايا الفائية، لأنهم كانوا يبحثون فقط عن الخلايا المشابهة للخلايا الجذعية الجنينية، في حين أن فريقه «لم يكن منحازًا بتوقع ما يجب أن يبدو عليه تعدد القدرات». وهو يعتقد أن هناك مزيدًا من حالات تعدد القدرات التي يمكن العثور عليها، وستبحث مجموعته عنها في أقراصها الصلبة، وأضاف قائلًا: «إنه لأمر مهم كمفهوم، فهو يفتح بابًا كبيرًا».

كل هذه الدراسات تؤجج النقاش المركزي في مجتمع إعادة البرمجة: هل هناك عنصر عشوائي لا يمكن التكهن به في العملية؟ حتى وقت قريب، كان هناك إجماع عام على أن هذا الأمر صحيح. ووفقًا لهذا النموذج «العشوائي»، ومع استهداف عوامل إعادة البرمجة لشلالات من الجزيئات، ستنجرف خلايا إلى حالة الخلايا المعادة برمجتها، ولن ينجرف البعض الآخر. ومن غير الممكن توقُّع الطريق الذي ستمضي فيه إلى هذه الحالة، أو تلك.

وهناك دراسات، ومن ضمنها الدراسة التي أجراها حنا[12]، تُظهِر أن طريقة إعادة البرمجة يمكن تعديلها؛ لجعل العملية أكثر كفاءة، مما يشير إلى أن العشوائية يمكن التحكّم فيها، أو حتى القضاء عليها. تدل هذه الدراسات على أن إعادة البرمجة يمكن أن تتحول من عملية عشوائية إلى أخرى حتمية، حيث تتوالى الخطوات، وصولًا إلى حالة خلوية جديدة.

يقول كثير من العلماء الآن إن إعادة البرمجة تتضمن كلا من المرحلة الحتمية ـ في البداية والنهاية ـ والمرحلة العشوائية، وهي الأسبوع الغامض في الوسط. يخفّف حنا من حدّة النقاش ككل، ويرى بعض التناقض بين الجانبين، «لا أعتقد أن هناك معسكرًا عشوائيًّا مقابلًا لمعسكر حتمي». ويقارن حنا إعادة البرمجة برَمْي قطعة نقدية في الهواء: فكل رمية ستكون لها نتائج عشوائية، ولكن بعد إلقاء القطعة النقدية 100 مرة، ستكون نتيجة 50% تقريبًا هي الوجه. وبالمثل، فإن سلوك خلية نحو حالة إعادة البرمجة قد يكون عشوائيًّا، ولكن مع مرور الوقت، يجب أن تتولد عن طريقة إعادة البرمجة نسبة معينة ـ قد تكون 10% ـ من الخلايا المحفّزة في كل مرة. وقد تسهم تجارب إضافية في حل النقاش، حسب قول زاريت، من خلال تحديد الأحداث التي ستدفع بالخلايا للخروج من حالة الخمول التي تدوم أسبوعًا.

بالنسبة إلى زاريت، يفتح نقاش إعادة البرمجة نافذة على مفهوم أكبر: كيف ينبثق النظام في الأحياء من العشوائية. «تُبْنَى النظم الخلوية على الضوضاء الداخلية والأحداث العشوائية التي تكشف بطريقة ما مصائر الخلية المخبّأة، ولا تتحرك جيئة وذهابًا»، كما يقول. هذا السؤال يقع في القلب من أساس التحكم في نوع الخلايا، كما يقول، ويقوده للبحث. وبالنسبة إلى آخرين، مثل ياماناكا، فإن الحافز لفتح الصندوق الأسود هو حافز عملي. فإعادة البرمجة الأكثر فعّالية تصلح لتجارب أفضل، وتشكل مصدرًا أكثر ثقةً للخلايا التي يمكن أن تستخدم تباعًا في الطب البشري، حيث يقول: «الدافع وراء أبحاثي هو علاج المرضى. إنّ أيّ شيء يساعد على دفع الخلايا الجذعية المستحثّة متعددة القدرات نحو العيادة يثيرني». ■

ديفيد سيرانوسكي يكتب لصالح *Nature* من شنجهاي.

1. Takahashi, K. & Yamanaka, S. *Cell* **126,** 663–676 (2006).
2. Hussein, S. M. *et al. Nature* **516,** 198–206 (2014).
3. Tonge, P. D. *et al. Nature* **516,** 192–197 (2014).
4. Clancy, J. L. *et al. Nature Commun.* http://dx.doi.org/10.1038/ncomms6522 (2014).
5. Benevento, M. *et al. Nature Commun.* http://dx.doi.org/10.1038/ncomms6613 (2014).
6. Lee, D.-S. *et al. Nature Commun.* http://dx.doi.org/10.1038/ncomms6619 (2014).
7. Okita, K., Ichisaka, T. & Yamanaka, S. *Nature* **448,** 313–317 (2007).
8. Soufi, A., Donahue, G. & Zaret, K. S. *Cell* **151,** 994–1004 (2012).
9. Buganim, Y., Faddah, D. A. & Jaenisch, R. *Nature Rev. Genet.* **14,** 427–439 (2013).
10. Koche, R. P. *et al. Cell Stem Cell* **8,** 96–105 (2011).
11. Buganim, Y. *et al. Cell* **150,** 1209–1222 (2012).
12. Di Stefano, B. *et al. Nature* **506,** 235–239 (2014).

تصحيح

ذكر التحقيق الإخباري المنشور تحت عنوان «جناح إيبولا المفقود» بعدد نوفمبر السابق، (*Nature* **513**, 474-477; 2014) بطريق الخطأ أن الممرضة فيرونيكا كوروما التقطت عدوى الإيبولا.

ذكر الخبر المنشور بعدد يناير الماضي تحت عنوان «خطة جديدة لـ "ترقيع" المناخ»، (*Nature* **516**, 20–21; 2014) ـ عن طريق الخطأ ـ أن المناقشات التي جرت في الاجتماع سيتم تضمينها في تقرير، تنوي الأكاديميات الوطنية الأمريكية نشره في أوائل هذا العام. وقد ذكر التعليق على الصورة أن الجهاز المستقبلي سيقوم برش مياه البحر في طبقة الستراتوسفير بالغلاف الجوي. والواقع أن الجهاز يستهدف الطبقة السفلى من الغلاف الجوي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



العلوم في عام 2015

يتسم المشهد البحثي العالمي باتساع مداه، سواء تم قياسه عن طريق الباحثين، أم المنشورات، أم براءات الاختراع، أم الأفكار الجديدة. وهذا التوسع ما زال مستمرًّا، ومتزايدًا. وبافتراض استمرار المؤشرات الحالية، فها هو ما يحمله العام الجديد.

مارك زاسترو

تسجيل ما يقرب من **2.6 مليون** براءة اختراع

ما يقرب من **1.2 مليون** براءة اختراع ممنوحة

هذه المقاييس الرئيسة للابتكار سوف تصل إلى ضعف ما كانت عليه في عام 2000

تكلفة البحث والتطوير العلمي

ظلت الاستثمارات العالمية في البحث والتطوير تنمو بحوالي 7% سنويًّا لأكثر من عقد من الزمان.

2000 **706** مليارات دولار

2005 **954** مليار دولار

2010 **1.3** تريليون دولار

2015 **1.9** تريليون دولار تقريبًا

في هذا العام، ينبغي أن يتساوى المجموع تقريبًا مع إجمالي الناتج المحلي في الهند.

26 مليار ساعة بحث علمي تقريبًا

26 مليار ساعة

Homo sapiens

Homo neanderthalensis

Homo ergaster

Australopithecus africanus

حاليا 1 2 منذ ثلاثة ملايين عام

من خلال عشرة آلاف باحث علمي يعملون بمتوسط 50 ساعة أسبوعيًّا، فإن المجهود البشري المبذول عالميًّا في البحث والتطوير يساوي 2.9 مليون سنة. وهي فترة من الزمن تمتد إلى عصر أشباه البشر *Australopithecus africanus*.

234,000

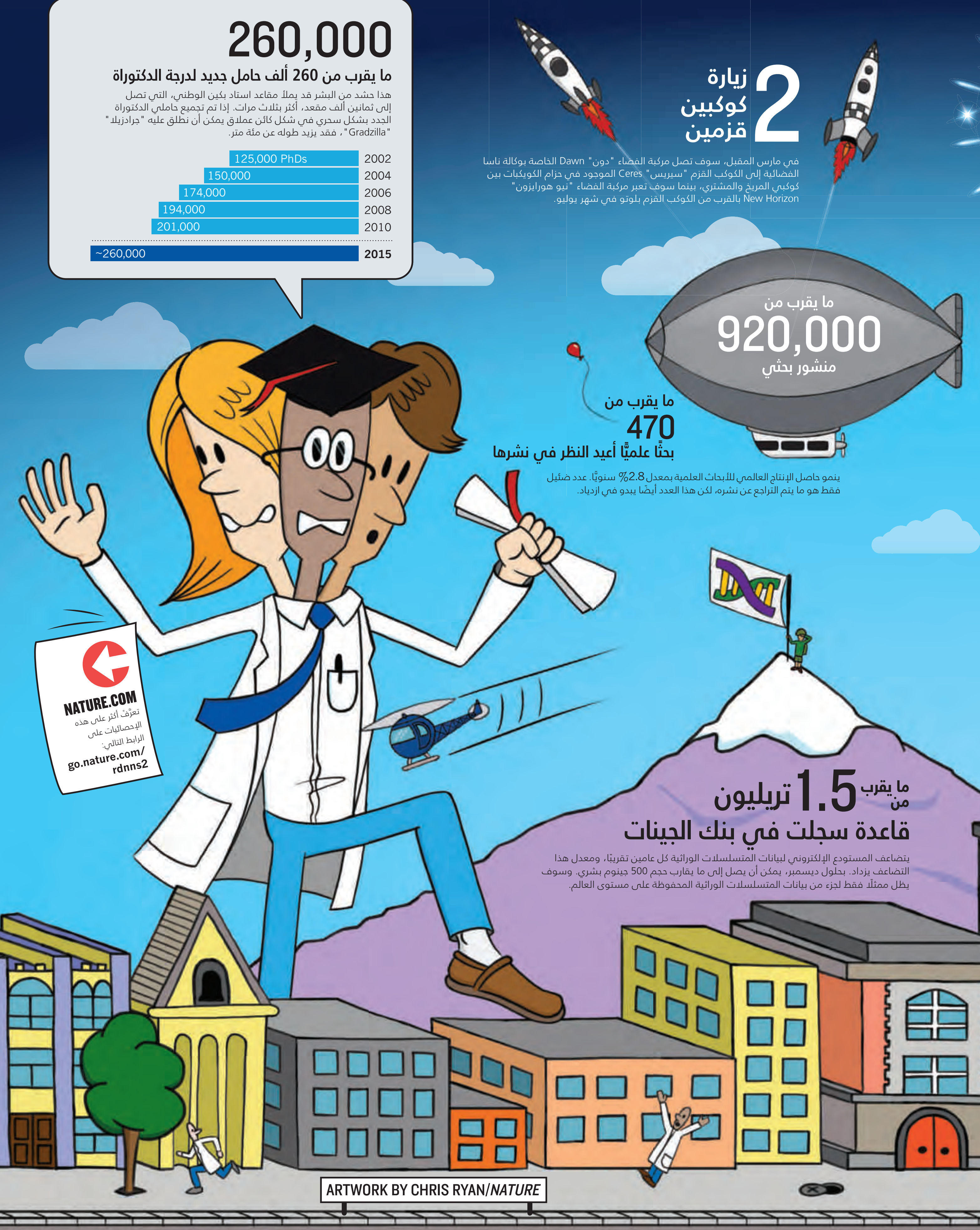
تم استهلاك ما يقرب من 234 ألف قطعة بسكويت في محطة "ماكموردو" البحثية

تُعتبر قطع الحلوى هذه سهلة التناول وتمثل الوقود المفضل للباحثين أثناء ساعات عملهم الطويلة في المعمل. يُستهلك في محطة "ماكموردو" البحثية بأنتاركتيكا 4,500 قطعة بسكويت أسبوعيًّا.

مليار كوب من القهوة تقريبًا

يستهلك العلماء كميات ضخمة من هذا المنبّه الضروري. التقدير المطروح هنا لنسبة الاستهلاك قد يكون أقل من الواقع، ولكنه كافٍ لإعطاء كل مواطن في الاتحاد الأوروبي كوبين من القهوة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

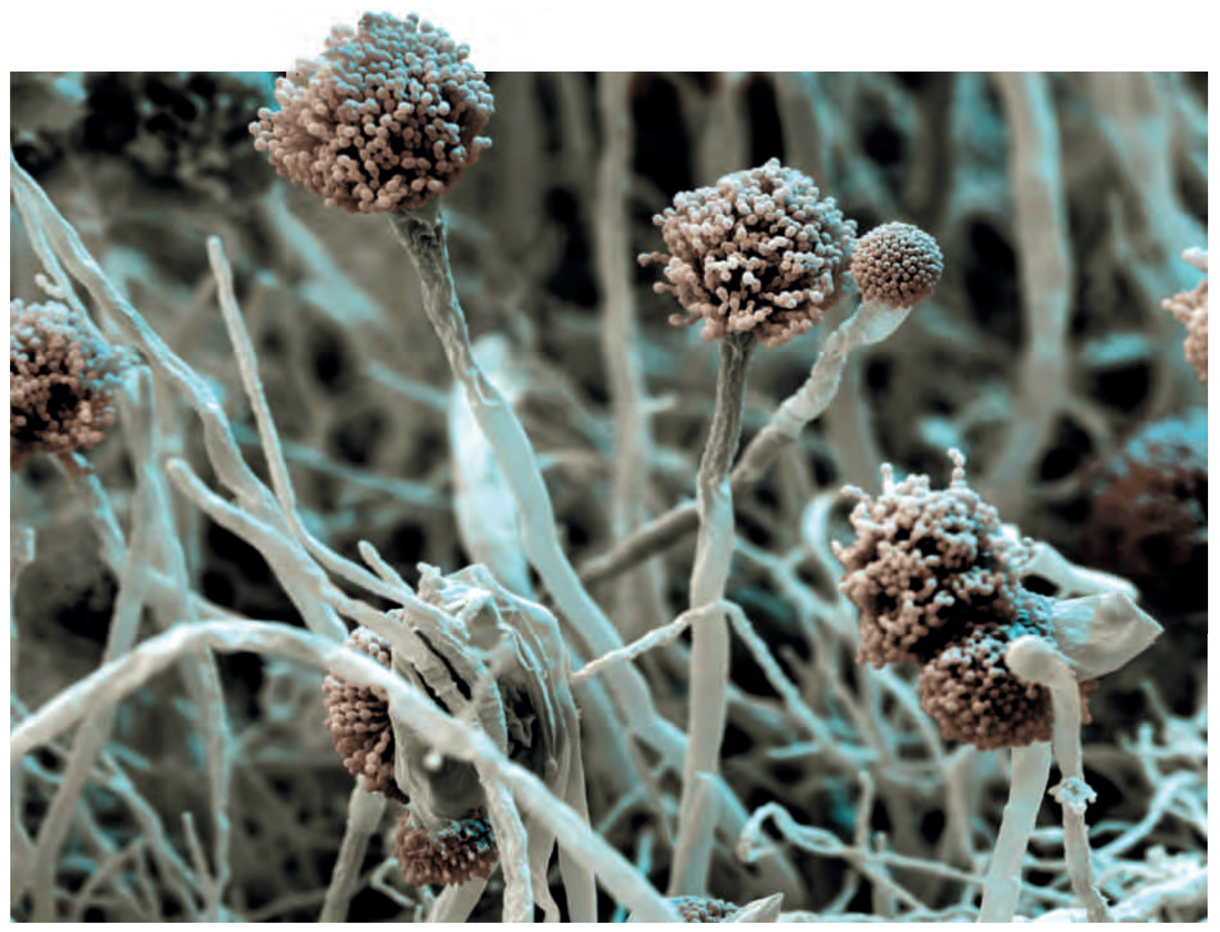
تعليقات

المنهج العلمي محاولات إعفاء نظريات الكون الافتراضية من التحقق التجريبي تقويض للعِلْم **ص. 49**

قيادة تسعة من قادة المؤسسات العلمية يتحدثون عن أهدافهم الشخصية والمهنية في عام 2015. **ص. 51**

من صفحات الماضي الذكرى الخامسة والسبعين لكتاب «الأحياء البحرية» لمؤلفه إد ريكيتس **ص. 54**

قوائم العلم في دائرة الثقافة لعام 2015، تحقيق بقلم دانْيِل كريسي **ص. 61**



EYE OF SCIENCE/SPL

قد تتسبب الفطريات من نوع الرشاشية الدخانية غير الضارة عادةً في أمراض رئوية حادة لدى الأشخاص المصابين بسرطان الدم.

أسقِطوا مصطلح الـ«مُمْرِض»

يتأثر المرض بالجسم المضيف تمامًا مثلما يتأثر بالعامل المُعْدِي. والتركيز على الجراثيم يَحُول دون توصُّل الأبحاث إلى العلاج، حسب ما يقوله **أرتورو كاساديفول**، و**ليز-آن بيروفسكي**.

دُرِجَ استخدام مصطلح «مُمْرِض» Pathogen في أواخر ثمانينات القرن التاسع عشر للدلالة على الجراثيم التي تسبِّب المرض. ومنذ ذاك الحين، يدور العلماء في فلك البحث عن صفات البكتيريا والفطريات والفيروسات والطفيليات المسؤولة عن إمراضنا. نتج عن هذه الأبحاث بعض الاكتشافات الإبداعية، كالدور الذي تلعبه أنواع البكتيريا والفطريات السامة في الأمراض. وبالفعل، فأقدم لقاحين حظيت بهما الإنسانية وأكثرها موثوقية، هما لقاحا الديفثريا، والتيتانوس. ويعمل هذان اللقاحان عبر تحفيز الجسم على إنتاج أجسام مضادة تبطل فاعلية السموم البكتيرية، إلا أن الجراثيم تبقى عاجزة عن التسبب في الأمراض، دون وجود جسم مُضيف لها. فمثلًا، الذي يتسبب في موت الأشخاص عند الإصابة بالديفثريا هو الاستجابة الالتهابية القوية التي تحفزها السموم في الديفثريا، ويشمل ذلك تبطُّن الحنجرة بطبقة رمادية كثيفة قد تؤدي إلى انسداد مجرى التنفس. وبالمثل، فالتنشيط الواسع لخلايا الدم البيضاء، الذي تحفّزه سلالات معينة من المكورات العنقودية والعقدية، بوسعه أن يؤدي إلى نشوء متلازمة الصدمة التسممية.

إنّ المرض هو أحد الاحتمالات العديدة الممكنة عند تفاعل جسم المضيف مع الجراثيم. يبدو ذلك واضحًا، لكن المسألة هنا أكثر من كونها دلالة لغوية، إذ إن استخدام المصطلح «مُمْرِض» يدعم مسألة حصر تركيز الباحثين والمتخصصين الإكلينيكيين في الجراثيم، بشكل غير مُساعِد، وبطريقة من شأنها أن تحول دون اكتشاف العلاجات. فمثلا، فيما يتعلق بانتشار الإيبولا في غربي أفريقيا، ينصبّ جُلّ الاهتمام على المرضى والموتى، رغم أن هناك رموزًا مهمة لكبح انتشار المرض، قد يكون بالإمكان إيجادها لدى أولئك الذين ظلوا معافين، بالرغم من تعرضهم للفيروس.

بدلًا من التركيز على ما تستطيع الجراثيم فعله، أو ما تعجز عن فعله[1]، على الباحثين أن يسألوا أنفسهم ◄

◀ ما إذا كان التفاعل بين المضيف والجرثومة يلحق الضرر بالمضيف، أم لا. وإذا كان الأمر كذلك، فكيف؟. يحتم هذه النهج توظيف أدوات مختلفة، وقد يتطلب مزيدًا من العمل المشترك بين علماء الأحياء الدقيقة وعلماء المناعة.

السياق هو كل شيء

أصبح من الواضح في العقود التي تلت إطلاق التعبير «مُمْرِض» أن هناك الكثير من العوامل غير المُمْرِضة القادرة على التسبب في الأذى لبعض الأشخاص. فحتى خمسينات القرن الماضي، قلما كان يُربَط بين المكورات العنقودية المخثرة السلبية (coagulase-negative staphylococci)، وهي جزء من الجلد البشري، والفطريات المبيَّضة (*Candida albicans*)، وهي موجودة دومًا في المهبل، والفم، والأمعاء، وعلى الجلد. لذلك.. أصبحت العدوى التي تسببها هذه الجراثيم شائعة مع استخدام القسطرة التي تُدْخَل في الأوردة وتفتح قنوات بين البشرة والدم، وكذلك مع استخدام الأدوية التي تُوهِن القدرة المناعية، كالعلاجات الكيميائية.

دفع ذلك الباحثين المتخصصين في الأحياء الدقيقة إلى استخدام مقاييس مُعرَّفة منذ ستينات القرن الماضي لتعريف الجراثيم، بناء على وضعيتها في جسم المضيف. من ذلك.. استخدام التعريف «مُتعايِش» commensal للدلالة على الجراثيم التي تعيش على جسم المضيف، أو فيه، دون أن تؤذيه، كالإشريشية القولونية (*Escherichia Coli*)، وهي واحدة من الأنواع الموجودة في الأمعاء. هذا.. بينما استُخدم تعريف «استعماري» colonizer للدلالة على الأحياء الدقيقة التي توجد في جسم الإنسان، لكنها تصيبه بالمرض، مثل المكورة العنقودية؛ وبكتيريا الرِّمامة (saprophyte)، التي تدل على كائن حي مرتبط بالنباتات الميتة، بما فيها فطر الرَّشاشيَّة الدَّخناء (*Aspergullus fumigatus*).

> «تُوَاصِل المناهج الاختزالية في البحث فَرْض سطوتها على جزء كبير من الأبحاث».

حتى هذه المقاييس المُعرَّفة تبيّن لاحقًا أنها غير دقيقة، إذ إن الجراثيم والمُضيفات متنوِّعة ومتقلِّبة. فمثلًا، قد يسبب فطر الرشاشية الدخناء التهابًا رئويًّا حادًّا لدى الأشخاص الذين يعانون من سرطان الدم؛ ويسبب نوعٌ من الإشريشية القولونية الإسهال والتقيُّؤ؛ وتتصرف العنقودية الذهبية كمُتعايِشة في واحد من كل ثلاثة أشخاص، بحيث تستوطن تجاويف الأنف، دون أن تسبِّب أذى.

شرع علماء الأحياء في سبعينات القرن الماضي في محاولة التعرف على الجينات البكتيرية التي تمنحها القدرة الإمراضية، فأبطل الباحثون بعض الجينات، أو عطلوا فاعليتها في بحثهم وراء الجينات التي تشفِّر «عوامل الضراوة» جزيئات يُعتقَد أنها تمنح الجرثومة المقدرة على اختراق واستيطان الجسم المضيف؛ والتسبب في المرض. تتواصل مثل هذه المساعي حتى يومنا هذا، لمعرفة الجينات أو الطفرات الجرثومية المرتبطة بالمرض، حيث يعمل الباحثون على التطبيقات الجينومية، محاوِلين التَّعرف على علامات الضراوة لعدد من الجراثيم، التي منها المكورة العنقودية الذهبية، والإنفلونزا المُستدْمِية، وسلالات من المكورة المعوية الأليوية (*Enterococcus faecium*)[2-4].

نجح هذا النهج إلى حد بعيد بالنسبة لبعض أنواع البكتيريا. على سبيل المثال.. في استخراج السموم، وكبسولة جينات من العَصَويَّة الجمْريَّة (*Bacillus anthracis*)، ما جعلها أقل ضراوة وملاءمة للاستخدام في إنتاج لقاح؛ للوقاية من الجمرة الخبيثة. هذا.. بينما لم يكن النجاح حليف محاولات مع جراثيم أخرى، كبعض أنواع الفطريات. وقد بُذلت جهود البحث على مدى أكثر من عقدين، في محاولة لإيجاد العوامل الجرثومية التي تمكّن الفطريات المبيضة والرشاشية الدخانية من التسبب في المرض، لكنْ في أيٍّ من هذين النوعين، لم يظهر أن لأي عامل ضراوة تقليدي تأثيرًا مهمًّا على القدرة الإمراضية.

تحديات اللقاح

كشف لنا العمل على اللقاحات عن مزيد من الدلالات التي تشير إلى وجود إشكاليات في أصل الفكرة القائلة إن ما يمكِّن الجراثيم من التسبب في المرض هو وجود عوامل سرية مرتبطة، أشبه بالسموم.

إن غالبية أبحاث اللقاحات تمحورت حول التعرُّف على عوامل الضراوة في الجراثيم، وتعطيلها. وقد أفلح هذا النهج في عدد من الحالات، إذ يعمل لقاح التيتانوس والديفتريا وفق هذا الأساس؛ ما أسهم في القضاء على اثنين من أهم الأمراض القاتلة في العالم الغربي. وبالمثل، فاللقاح الذي يعطل كبسولة عديد السكاريد في البكتيريا يعرضها لهجوم خلايا الدم البيضاء عبر تحفيز الخلايا الليمفاوية؛ لإنتاج خلايا الدم البيضاء، وبذلك يكون قد أسهم هذا النهج في دحر الإنفلونزا المستدمية من النوع B، بعدما كانت سببًا رئيسًا وراء الإصابة بالتهاب السحايا في ثمانينات القرن الماضي. ومنذ عام 2000، أسهمت لقاحات مشابهة في حدوث انخفاض ملحوظ في الإصابة بالأمراض التي تسببها العقدية الرئوية (*Streptococcus pneumonia*).

مع ذلك.. على الأقل بالنسبة إلى العقدية الرئوية، فإن الفكرة القائلة إن الأجسام المضادة تمنع المرض فقط عبر حث خلايا المناعة التي تُعرف بالخلايا البلعمية على ابتلاع وقتل الجراثيم، هي فكرة بسيطة أكثر من اللازم. فمجرد وجود أجسام مضادة للعقدية الرئوية في دم شخص ما، لا يشير بثقة إلى أنه محفوظ من الإصابة بالتهاب الرئة. الأكثر من ذلك.. لم تحقق أيّ محاولة من المحاولات العديدة الجارية لتطوير لقاحات جديدة عبر التعرف على عامل الضراوة واستهدافه أيَّ إنجازات حتى الآن. فمثلًا، رغم قضاء عقود في البحث على أي عامل ضراوة تقليدي لعُصَيَّة السُّل ولطُفيل الملاريا، لم يتوصل الباحثون إلى أي نتائج حتى الآن.

في بعض الحالات، يبدو أن الجهود التي تهدف إلى إبطال عوامل الضراوة قد أسهمت في كشف سبل لتفاقم المرض. يصيب داء السل الرئوي أقل من 10% لدى الأشخاص المصابين بالمتفطِّرة السليّة (*Mycobacterium tuberculosis*). وقد تؤدي الاستجابة الالتهابية المفرطة لدى هؤلاء الأشخاص إلى تدمير أنسجة الرئة. لذا.. قد لا ينفع معهم استخدام اللقاحات المضادة للسل، المصمَّمة على نحو يعمل على استنهاض الاستجابة المناعية.

يوضح هذا الأمر ما حدث في تسعينات القرن التاسع عشر، عندما قام عالِم الأحياء الدقيقة روبرت كوتش بحقن الأشخاص الذين كانوا يعانون آنذاك من السل بخُلاصة أنتجها من زرع البكتيريا في المختبر؛ ما أدى إلى موت العديد منهم. وكذلك يوضح سبب إخفاق لقاحات معينة، أُنْتِجت في القرن الماضي، في الوقاية من المرض، مثل لقاح فيروس الخلايا التنفسية.

الديناميّات المتغيرة

من غير المنتظر أن ينتهي استخدام المصطلح «مُمْرِض»، لكن على الدارسين للأمراض المعدية أن يعترفوا بمحدودية هذا المصطلح. ويتحتم على الباحثين الذين يعملون في سبر الميكروبات البشرية باستخدام علم الجينوم، الاعتراف بالعوامل والعمليات التي لا حصر لها، التي تُشكِّل تكوينها. فهي تتنوع باختلاف الأشخاص والأوقات من حيث النشوء، ومن حيث صلتها بالمرض.

مع ذلك.. تُوَاصِل المناهج الاختزالية في البحث فرض سطوتها على جزء كبير من الأبحاث؛ بافتراض تبدُّل متغيِّر واحد مع بقاء باقي المتغيرات ثابتة. ويميل علماء الأحياء الدقيقة إلى النظر إلى الجراثيم كمتغيِّر أساسي في المرض، ويعاملون الجسم المضيف على أنّه ثابت. على عكس ذلك.. يتّخذ علماء المناعة الجرثومة على أنها ثابتة، بينما المُضيف يكون متغيرًا (فمثلًا، عادةً يحقن علماء المناعة الجراثيم في حيوانات مختبر طبيعية وأخرى مغيَّرة جينيًّا، لتقييم العوامل التي تُشكِّل استجابة الجسم المُضيف)[5]. عادةً ما يقصد العلماء الذين ينتمون إلى هاتين المجموعتين مؤتمرات مختلفة، ويقرأون، وينشرون في مجلات علمية مختلفة، ويحصلون على تمويل لأبحاثهم من جهات مانحة مختلفة أيضًا.

إنّ المطلوب هو إجراء تحليل متزامن للمتغيرات الجرثومية، وكذلك لتلك الخاصة بجسم المضيف، باستخدام أدوات تحليلية جديدة. فالضرر لجسم المُضيف هو مقياس بالإمكان استخدامه، وقد يكون ناجمًا عن الجرثومة، أو عن استجابة الجسم المضيف، أو عن كلتيهما، وبذلك يتم تسليط الضوء على التفاعل بين الجسم المضيف-الجرثومة[6].

هناك حاجة إلى ابتكار أدوات جديدة لقياس الطيف الشامل لكافة الأضرار الناجمة عن التفاعل بين الأجسام المضيفة والجراثيم؛ والأضرار الالتهابية والكيميائية-الحيوية، وغيرها من صور الضرر الذي ينجم عن هذا التفاعل. ولا بد من تحفيز اكتشاف هذه الأدوات وتطويرها في حلقات جديدة، كجانب من مؤتمرات علمية، أو نشرات خاصة في المجلات العلمية، وموارد تمويلية مخصصة لهذا الغرض. وفي اعتقادنا أن تغييرًا كهذا في المنهج يمكنه أن يسهم في الكشف عن عديد من احتمالات الوقاية من الأمراض المعدية. ■

أرتورو كاساديفول، و**ليز-آن بيروفسكي** أستاذان في مجال الطب والأحياء الدقيقة والمناعة في كلية الطب ألبرت آينشتاين بجامعة يشيفاه، نيويورك، الولايات المتحدة.

البريد الإلكتروني: Arturo.casadevall@einstein.yu.edu; l.pirofski@yu.edu

1. Pirofski, L. A. & Casadevall, A. *BMC Biol.* **10,** 6 (2012).
2. Howden, B. P. *et al. mBio* **4,** e00412-13 (2013).
3. De Chiara, M. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **111,** 5439–5444 (2014).
4. Young, B. C. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **109,** 4550–4555 (2012).
5. Biron, C. A. & Casadevall, A. *mBio* **1,** e00260-10 (2010).
6. Casadevall, A. & Pirofski, L. A. *Nature Microbiol. Rev.* **1,** 17–24 (2003).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الدفاع عن نزاهة الفيزياء

تُعتبَر محاولات إعفاء نظريات الكون الافتراضية من التحقق التجريبي تقويضًا للعِلْم، حسب رأْي كل من **جورج إليس**، و**جو سيلك**.

ILLUSTRATION BY VASAVA

في هذا العام، أخذت المناقشات في أوساط الفيزياء منعطفًا مثيرًا للقلق. فبعد تصاعُد الصعوبات التي تواجه تطبيق النظريات الأساسية في الكون المرصود، دعا بعض الباحثين إلى عمل تغيير في كيفية إجراء بحوث الفيزياء النظرية. وبدأوا يناقشون صراحةً أنه إذا كانت النظرية ذات جودة عالية، وكانت تفسيرية بما يكفي؛ فليس من الضروري اختبارها تجريبيًّا، ويمكن الضرب بالتقاليد الفلسفية عرض الحائط، التي عَرَّفَت المعرفة العلمية كمعرفة تجريبية. نحن لانوافق على ذلك، لأنه ـ كما أكّد فيلسوف العلوم، كارل بوبر ـ يجب أن تكون النظرية العلمية قابلة للتفنيد، كي تصبح نظرية علمية.

من بين المدافعين عن مبدأ «الامتياز وحده يكفي»، كانت هناك مجموعة من الفيزيائيين المتخصصين في نظرية الأوتار، لأن نظرية الأوتار تقدم نفسها باعتبارها «الخيار الأوحد» القادر على توحيد القوى الأربع الأساسية، ولذا.. فهي بالنسبة لهم تحتوي بالضرورة على بذرة صدق، رغم أنها تعتمد على أبعاد إضافية، لا يمكن أن نلاحظها أبدًا. كما يسعى بعض علماء الكون أيضًا للتخلي عن التحقق التجريبي من الفرضيّات الكبرى التي تستدعي نطاقات لا تُدرَك، مثل فكرة الكون المتعدد، وفكرة «العوالم المتعددة» للواقع الكَمِّي (الذي يفرخ ملاحظات لفروع موازية للواقع)، ومفاهيم ما قبل الانفجار العظيم.

هذه الفرضيات غير القابلة للإثبات التجريبي مختلفة تمامًا عن تلك التي تتصل مباشرةً بالعالَم الحقيقي، لأن فرضيّات العالم الحقيقي يمكن اختبارها من خلال الملاحظات، كالنموذج المعياري لفيزياء الجسيمات الأولية، ووجود المادة المظلمة والطاقة المظلمة. ومن ثم، أصبحنا نرى الآن التداعيات الأخيرة للفيزياء النظرية وكأنها أصبحت منطقة ضائعة بين الرياضيات، والفيزياء، والفلسفة التي لا تفي حقًّا بمتطلبات أيّ منها.

ظلت مسألة التجريب محجوبة عن الأعين لعقد من الزمان. وقد انتقد البعض نظرية الأوتار، ونظرية الكون المتعدد في كتب[1-3] ومقالات مشهورة، ومن بين ذلك.. نقد وجَّهه أحدنا (جي إي)[4]. وفي مارس 2014، كَتَب عالِم الفيزياء النظرية بول شتاينهارد[5] في هذه الدورية أن نظرية التضخم الكوني لم تعد علمية، لأنها مرنة جدًّا، لدرجة أنها يمكنها استيعاب أي نتيجة رصدية. وواجه كل من العالِم النظري والفيلسوف ريتشارد داويد[6]، وعالِم الكونيات شون كارول[7] تلك الانتقادات بمنطق فلسفي، غرضه إضعاف شرط قابلية الاختبار للفيزياء الأساسية.

نُشيد هنا بدور كل من داويد، وكارول، وفيزيائيين آخرين في تسليط الضوء على هذه الإشكالية، لكن الخطوة الراديكالية التي يدافعون عنها تحتاج إلى نِقاش متأنٍّ، لأن هذه معركة في صميم الدفاع عن قلب الفيزياء وروحها، كما أنها تُثار في وقت تبدو فيه النتائج العلمية محل استجواب من قِبَل بعض السياسيين والأصوليين الدينيين حول موضوعات عديدة، بدءًا من تغير المناخ، إلى نظرية التطور. والأضرار المحتمَلة التي ستصيب جدار ثقة العامة في العلم وأساس الفيزياء تحتاج إلى الاحتواء من خلال حوار أعمق بين العلماء والفلاسفة.

نظرية الأوتار

نبعت نظرية الأوتار من مقترَح مفصل يصف كيف صار العمود الفقري لعلم الفيزياء أوتارًا شديدة الضآلة (ككيانات فضائية ذات بُعد واحد)، وأغشية (كملحقات الأبعاد الأعلى) في فضاءات ذات أبعاد أعلى. فالأبعاد الأعلى تلتف بإحكام، لدرجة أنها صغيرة جدًّا، ولا يمكن رصدها حتى على مستوى الطاقات الناجمة عن التصادم في أي كاشف جسيمات مستقبلي.

يمكن اختبار بعض جوانب نظرية الأوتار تجريبيًّا من حيث المبدأ. فعلى سبيل المثال.. يشير التماثل المفترَض بين الفرميونات والبوزونات ـ الذي يُعَدّ مركزًا لنظرية الأوتار، ويُطلَق عليه التناظر الفائق ـ إلى أن لكل نوع من الجسيمات قرينًا لم يُرصَد بعد. ولم يكشف أحدٌ النقاب عن أيّ من هؤلاء القرناء في مصادم الهادرونات الكبير في سيرن، ومختبر فيزياء الجسيمات في أوروبا بالقرب من جنيف بسويسرا، مما يحدّ من مدى الطاقات التي يمكن عندها رصد التناظر الفائق. ◄

◄ ومن ثم، إذا استمر تعذُّر رصد القرناء، فربما لا نستطيع أن نؤكد وجودهم أبدًا. ودائمًا ما يستطيع المؤيدون ادّعاء أن كتل الجسيمات تفوق مقدار الطاقات التي يمكن البحث عنها.

في هذا الصدد، يفصح داويد[6] عن أن صحة نظرية الأوتار يمكن أن تنشأ من خلال الحجج الفلسفية، والاحتمالية المتداولة في عملية البحث. وبعد الاستشهاد بتحليل بايزن ـ وهي طريقة إحصائية لاستنتاج احتمالية تفسير مجموعة من الحقائق تفسيرًا مناسبًا ـ يوازي داويد بين إثبات النظرية، وزيادة احتمال رجحان صحة النظرية، أو قابلية استمرارها، لكن رجحان كفة الاحتمال ذلك من الممكن أن يحدث في المناقشة النظرية البحتة. وينبغي ـ حسب رأيه ـ اعتبار أن نظرية الأوتار فعالة وصحيحة، ما دام «لم يستطع أحد الكشف عن البديل المناسب»، وفقًا لمبدأ «اعتدنا في الماضي أن النظريات التي لا بديل سواها تظل على الأرجح محتفظة بشرعيتها».

يشكل هذا الأمر ـ في رأينا ـ عبثًا بالقواعد، لأنه بدلًا من أن يتزايد الاعتقاد في نظرية علمية ما عندما تظهر أدلّة رصدية تدعمها، يشير داويد هنا إلى أن الاكتشافات النظرية هي التي تعزز الاعتقاد، لكن الاستنتاجات الناشئة منطقيًّا من الرياضيات لا ينبغي أن تنطبق على العالم الحقيقي. كما أثبتت التجارب خطأ عديد من النظريات الجميلة والبسيطة، بدءًا من نظرية الحالة المستقرة في علم الكون إلى النظرية الموحدة العظمى لفيزياء الجسيمات SU(5). وتهدف النظرية الأخيرة إلى توحيد القوى الكهربية الضعيفة والقوى القوية. ومن ناحية أخرى، فقد استبعد بوبر وغيره من فلاسفة القرن العشرين فكرة تصوُّر حقائق الكون مسبقًا، مع تجاوز الحقائق العلمية الثابتة (المنهج الاستنتاجي).

لا يمكننا الجزم بأنه لا توجد نظريات بديلة. ربما لم نستطع الوصول إليها بعد، أو ربما حدث خطأ ما في فرضيتنا. وربما أيضًا لسنا بحاجة إلى نظرية شاملة للقوى الأساسية الأربع والجسيمات، إذا كانت الجاذبية وتأثيرها في انحناء الزمان والمكان تختلف عن القوى الشديدة والضعيفة والكهرومغناطيسية التي تحكم الجسيمات الأولية. ونظرية الأوتار بمتغيراتها المتعددة ليست محددة جيدًا حتى الآن. وفي رأينا، فإن احتمال وجود ما يُسمى بنظرية موحدة يبدو حجة لتبرير الحاجة إليها.

الأكوان المتعددة

إنّ الدافع الذي أشعل فتيل فكرة الكون المتعدد هو أحجية طرحت السؤال الآتي: لماذا تبدو الثوابت الأساسية في الطبيعة ـ مثل ثابت البِنْيَة الدقيقة، الذي يميز قوة التفاعلات الكهرومغناطيسية بين الجسيمات، والثابت الكوني الذي يرتبط بتسارع تمدد الكون ـ كامنة في مجموعة صغيرة من القيم التي تسمح بوجود الحياة؟ تدّعي نظرية الكون المتعدد أن هناك مليارات من الأكوان المشابهة غير القابلة للرصد، يمكن أن يحدث فيها كل التوليفات الممكنة من هذه الثوابت. ومن ثم، ففي مكان ما سيكون هناك كون يصلح للحياة، مثل كوننا، حتى وإنْ كان وجوده غير محتمَل.

يَعتبِر بعض علماء الفيزياء أن فكرة الكون المتعدد لا أحد يعارض وصفها بأداة تفسير عديد من الصُّدَف الغريبة. على سبيل المثال.. من الصعب فهم القيمة المنخفضة للثابت الكوني، وهي قيمة تقل عن القيمة التي تنبأت بها نظرية الحقل الكَمِّي بـ120 ضعفًا للأساس 10. في وقت سابق من العام الماضي، وفي إطار تدعيم أفكار الكون المتعدد، وفرضية العوالم المتعددة، رفض كارول معيار قابلية الخطأ لبوبر، واصفًا إياه بأنه «أداة عمياء» (انظر: go.nature.com/nuj39z). ومن ثم، قدَّم كارول مطلبين آخرين: يجب أن تكون النظرية العلمية «واضحة» و«تجريبية». ويقصد هنا ـ على وجه التحديد ـ أن النظرية تقدم «شيئًا واضحًا، لا لبس فيه، حول كيفية عمل الواقع». وفي ضوء المعايير التجريبية، يتفق كارول مع التعريف المألوف الذي يحبذ الحُكم على نجاح النظرية أو فشلها تبعًا لقدرتها على تفسير البيانات.

يذكر كارول أنه يمكن للنطاقات التي يصعب الوصول إليها أن تُحدِث «تأثيرًا دراميًّا» في خلفيتنا الكونية، ويوضح السبب الذي يجعل من قيمة الثابت الكوني صغيرة جدًّا في الجزء الذي نراه. أما في نظرية الكون المتعدد، فهذا التفسير لا يعطي أي شأن لما يرصده علماء الفلك. إنّ كل التوليفات المحتملة للقياسات الكونية موجودة في مكان ما، والنظرية تضم العديد من المتغيرات التي يمكن أن تعدّل. والنظريات الأخرى، مثل الجاذبية أحادية النموذج ـ وهي نسخة معدلة من نظرية النسبية العامة لآينشتاين ـ يمكن أيضًا أن تفسر السبب في صغر قيمة الثابت الكوني[7].

وقد ابتكر بعض الأشخاص نماذج قابلة للاختبار لنظرية الكون المتعدد، حيث توصَّل الفيزيائي ليونارد سسكيند إلى صيغة يمكن اختبار صحتها، إذا استطعنا برهنة الانحناء المكاني السلبي للكون، لكن مثل هذا الاكتشاف من شأنه ألا يثبت شيئًا عن العديد من الصيغ الأخرى. ويعتمد تفسير الكون المتعدد ـ بشكل أساسي ـ على نظرية الأوتار، التي لم نتحقق منها بعد، وعلى آليات التوقع لإدراك صور الفيزياء المختلفة في الأكوان الشقيقة المتباينة. وهذا ـ في رأينا ـ ليس قائمًا على أساس متين أو قابل للاختبار.

تنطبق نظرية العوالم المتعددة للواقع الكَمِّي التي يطرحها الفيزيائي هيو إيفرت على نظرية الكون المتعدد الكَمِّي المطلق، حيثما تؤثر الاحتمالات الكمية على الواقع العياني. ويرى إيفرت كل قطط شرودنجر الشهيرة، سواء الميتة أم الحية، والمسمومة أم غير المسمومة، الجالسة داخل صندوق مغلق، أم المعرضة لانحلال إشعاعي عشوائي حقيقةً في كونها الخاص. ومن ثم، ففي كل مرة تتخذ أي خيار، حتى وإن كان بسيطًا، مثل التوجه إلى اليمين، أو إلى اليسار؛ ينبثق عالَم بديل من الفراغ الكَمِّي؛ لاستيعاب الخيار الآخر.

تتراكم مليارات من الأكوان، والمجرّات، وصور مشابهة لكل فرد منا، دون إمكانية التواصل بينها، أو اختبار واقعها، لكن في حالة وجود الذات نفسها مكرَّرة في كل نطاق للأكوان المتعددة ـ وهناك الكثير منها بلا حدود ـ تظهر هنا التساؤلات الآتية: أيّ «ذات» هي الذات الحقيقة التي أشعر بها الآن؟ وأيّ نَفْس من تلك الأنفس مفضلة عن غيرها؟ وكيف أتمكن «أنا» من التعرف على «الواقع الحقيقي»، إذا مالت نَفْس إلى الإيمان بمبدأ الكون المتعدد، بينما مالت نفسي الأخرى إلى رفضها؟

في رأينا، ينبغي على علماء الكون أن يلتفتوا إلى تحذير عالِم الرياضيات ديفيد هلبرت، الذي نَصُّه: على الرغم من الحاجة إلى مبدأ اللانهائية لاستكمال المنهج الرياضي، لا تمتلك هذه الفكرة أي نقطة ملموسة في الكون المادي.

اجتياز الاختبار

نتفق مع عالمة الفيزياء النظرية سابين هوسينفيلدر عندما قالت إن منهج ما بعد العلم التجريبي يتسم بتناقض ظاهري (انظر: go.nature.com/p3upwp، go.nature.com/68rijj). كما تحسنت نظريات معينة، مثل ميكانيكا الكَمّ، والنسبية بشكل جيد، لأنها اقترحت التوقعات التي تعمل على نجاحها عمليًّا، إلا أن أمثلة تاريخية عديدة توضح كيف أضلّت الأفكارالممتازة والمُقْنِعة الباحثين في ظل غياب البيانات الكافية، ابتداءًا من نظريات بطليموس عن مركزية الأرض للكون، و«نظرية الدوّامة الذَّرِّيَّة» لكلفن، ثم ديمومة الحالة المستقرة للكون لفريد هويل.

ومن ثم، فإن الادعاء المُبالِغ في تقدير أهمية بعض النظريات له أثر عظيم، وسيصبح المنهج العلمي على المحك (انظر: go.nature.com/hh7mm6). ومن الخطر أن نحكم على صلاحية نظرية ما من مبدأ أهمية وجودها، كي تحل محل الحاجة إلى معلومات واختبارات، لأنها بذلك تضل الطلاب والعامة عن الأسلوب العلمي الذي ينبغي أن نطبقه، كما أنها قد تفتح الباب على مصراعيه أمام أشباه العلماء الذي يدّعون أن أفكارهم تلبِّي متطلبات متماثلة.

«إن الادعاء المُبالِغ في تقدير أهمية بعض النظريات له أثر عظيم».

السؤال الآن: ما هو الحل؟ يجب على الفيزيائيين والفلاسفة وباقي العلماء أن يتوصلوا إلى طريقة جديدة للأسلوب العلمي الذي يمكن التعامل به مع نطاق الفيزياء الحديثة. والمسألة ـ في رأينا ـ تتلخص في توضيح سؤال واحد: ما هو الدليل الرصدي أو التجريبي الذي يُحتمل الحصول عليه، ومن شأنه إقناعك بأن نظريةً ما خاطئة؛ ويقودك إلى التخلِّي عنها؟ وإذا غاب الدليل، فالنظرية من الأساس لا تستند إلى قوام علمي.

إنّ قضية مثل هذه يجب أن تناقَش من منطلق فلسفي بحت. ولذلك.. ينبغي أن نعقد مؤتمرًا في هذا العام؛ لاتخاذ الخطوات الأولى حيال ذلك. ويجب أن يحضره المعنيُّون من جانبي نقاش فرص اختبار النظرية. ومن الممكن أن يتزامن مع ذلك إمكانية ممارسة محرِّري الدوريات والناشرين لأنشطة تأمُّلية للمجالات البحثية الأخرى، مثل علم الرياضيات الكوني، بدلًا من التركيز على علم الكونيات الفيزيائي، وفقًا لفرص الاختبار المحتملة. وإضافة إلى ذلك.. يمكن أيضًا إعادة النظر في هيمنة بعض أقسام الفيزياء ومعاهدها على أنشطة كهذه. ويجب أن نمنح حقوق نشر المواد العلمية وطبعها للنظريات التي تسمح بخضوعها للاختبار. عندئذ فقط، سنستطيع صد أي هجمات يشنها الآخرون ضد العلوم. ■

جورج إليس أستاذ فخري للرياضيات التطبيقية في جامعة كيب تاون، جنوب أفريقيا. و**جو سيلك** أستاذ الفيزياء في معهد باريس للفيزياء الفلكية بفرنسا، وجامعة جونز هوبكنز في بالتيمور، ميريلاند بالولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: george.ellis@uct.ac.za; silk@iap.fr

1. Woit, P. *Not Even Wrong* (Cape, 2006).
2. Smolin, L. *The Trouble with Physics* (Penguin, 2006).
3. Baggott, J. *Farewell to Reality* (Constable, 2013).
4. Ellis, G. F. R. *Sci. Am.* **305,** 38–43 (2011); available at http://go.nature.com/27p6oe.
5. Steinhardt, P. *Nature* **510,** 9 (2014).
6. Dawid, R. *Phil. Sci.* **73,** 298–332 (2007).
7. Ellis, G. F. R. *Gen. Rel. Grav.* **46,** 1619 (2014).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



ILLUSTRATION BY DAVID PARKINS

أهداف وتطلُّعات العام الجديد

تسعة من قادة المؤسسات العلمية يتحدثون عن أهدافهم الشخصية والمهنية في عام 2015.

إلين ر. ستوفان

خطوة نحو المريخ، وتحفيز التنوع

كبيرة العلماء، وكالة «ناسا» الفضائية

أتمنى أن تحرز وكالة «ناسا» الفضائية بنهاية عام 2015 تقدمًا ملموسًا في إرسال البشر بأمان إلى المريخ قبل عام 2030. وأتمنى أن أكون نموذجًا يلهم الفتيات وسائر المجموعات المهمَّشة في المجتمع؛ للسعي الحثيث من أجل العمل في مجموعة مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات. فهذان الهدفان هما مصدر الحافز والإلهام الشخصي الذي يبث في نفسي الأمل والحماس.

وفي رحلة تحقيق هدفي الأول، نحتاج إلى إنجازات كبيرة على صعيدين: المزيد من الاكتشافات العلمية عن بيئة المريخ، وإحراز تقدم في مجال تخفيف آثار الجاذبية الصغرى على البشر؛ استعدادًا لرحلة السفر الطويلة عبر الفضاء. وسوف يواصل مسبار ناسا «كيوريوسيتي» صعوده إلى قمة جبل «شارب» في المريخ، ودراسة تراكم طبقات الرواسب؛ لفهم تاريخ وجود الماء على الكوكب. أما المركبة المدارية «ميفين» MAVEN، فستحدد مدى تبدُّد غازات الغلاف الجوي في الفضاء.

وابتداءً من مارس، سوف يقضي رائدا الفضاء سكوت كيلي، وميخائيل كورنيكو عامًا كاملًا في المحطة الفضائية الدولية، وذلك ضمن أول برامج الأبحاث البشرية التي تنفذها «ناسا» في الفضاء. وسيقدِّم الأخ التوأم لسكوت كيلي ـ رائد الفضاء السابق مارك كيلي ـ دراسة قيِّمة متحكَّم فيها جينيًّا عن تأثير الجاذبية الصغرى على التوائم المتطابقة. ويكمن التحدي الذي أواجهه في ضمان انسجام مثل هذه الدراسات العلمية مع خريطة الاستكشاف التي وضعتها وكالة «ناسا»، مع تطوير التقنيات الحيوية والمشارَكات الدولية.

أما عن هدفي الثاني، فسوف أستمر في ممارسة دوري كقدوة تدعم البرامج الفعالة لاستقطاب فئات المجتمع لمجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في الحكومة الأمريكية، التي تشمل تفعيل دور «ناسا» في توفير فرص مهمة لترويج العلوم في المجتمع . وسوف أشارك في فعاليات عديدة، مثل مهرجان العلوم الوطني في جنوب أفريقيا «سافيست أفريقيا» Scifest Africa، والقمة الدولية لمدارس الفتيات، حيث سأتحدث عن توظيف الأحداث العلمية، مثل لقاء يوليو حول وصول مسبار ناسا الفضائي «نيو هورايزونز» New Horizons إلى كوكب بلوتو، ودور ذلك في استقطاب طلاب العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات. ولَدَيَّ اقتناع بأننا كمجتمع عالمي لن نستطيع التغلب على هذه التحديات بدون مشاركة جميع فئات المجتمع.

سالي ديفيز

المزيد من أبحاث مقاومة البكتيريا، وممارسة التمارين الرياضية

رئيسة إدارة الخدمات الطبية في المملكة المتحدة

بنهاية عام 2015، أتمنى أن أرى خطة عمل شاملة تجاه مقاومة مضادات الميكروبات، حيث تؤثر قلة الاستعداد لتناقص فعالية المضادات الحيوية ومضادات الفيروسات بصورة متزايدة على النظم الصحية والاقتصادية. وهذا يحدث في وقت ◄

نعاني فيه من قِلّة أبحاث العلوم الأساسية، وندرة الشركات الكبرى أو الصغرى التي تنقِّب عن أدوات تطوير وسائل جديدة للتشخيص والعلاج.

وفي سبيل هذه الغاية.. أسعى خلال العام الجديد، من خلال منظمة الصحة العالمية ولجنتها التنفيذية، للحصول على الموافقة على صياغة خطة عالمية لأبحاث مقاومة مضادات الميكروبات، ومتابعة سيرها، وإجراءات تنفيذها، فضلًا عن محاولة حصول هذه الخطوة على أغلبية تصويت ساحقة داخل مجلس الصحة العالمي. وسيتطلب ذلك دبلوماسية جادة، تدعمها حكومة المملكة المتحدة.

سأعمل أيضًا على الدفاع عن دور المختبرات في رصد ومراقبة علاقة الأدوية المختلفة بالميكروبات وبرامج إدارة المضادات الحيوية على المستويات المحلية، والوطنية، والإقليمية. وسأتعاون مع فريق مستقل لتقييم ومراجعة مقاومة مضادات الميكروبات، بقيادة الخبير الاقتصادي جيم أونيل، فيما يتعلق بآليات الأسواق التي تحفز تطوير علاجات جديدة. وبحلول نهاية العام، أتمنى إعداد قائمة قصيرة بالمقترحات البحثية؛ لمناقشتها في قمة الدول العشرين ومنظمة الصحة العالمية.

أتمنى في عام 2015 تطبيق ما أنادي به وأحث الناس عليه. ولذلك.. ينبغي أن أرفع مستوى لياقتي البدنية. فإذا كانت اللياقة دواءً، فإننا جميعًا نريده؛ لتقليل خطر الداء؛ فنكافح الأمراض المزمنة، مثل السرطان، وأمراض القلب، والخرف. وقد اكتشفت أن المشي السريع دون صحبة أمر ممل ومرهق لأوتار رجلي. ولهذا.. قررتُ أن أجري مع صديقة، وأمارس تمرينات البيلاتيس.



سو ديزموند هيلمان

خطة الخمسة عشر عامًا، ورياضة رفع الأثقال

الرئيسة التنفيذية لمؤسسة «بيل آند ميليندا جيتس»

هدفي الأهم في العام الجديد هو نجاح مؤسسة «بيل آند ميليندا جيتس» في مساعدة العالَم على مواجهة التحديات الكبرى في مجالي الصحة والتنمية، مثل إيقاف انتشار وباء إيبولا في دول غرب أفريقيا، وتحقيق تقدم كبير في منع تفشي الأوبئة والأمراض في المستقبل، والدنو خطوة في مسيرة القضاء على شلل الأطفال في أفريقيا، وتسريع وتيرة مكافحته في أفغانستان وباكستان، فضلًا عن المساعدة في إقناع الدول على توفير التمويل الكافي لتحالف مجموعة اللقاحات «جافي» Gavi، التي يقع مقرها في جنيف في سويسرا.

سوف تواصل المؤسسة دعم الأبحاث العلمية حول مرض الملاريا، ونقص المناعة البشرية، وذلك إلى جانب الأولويات الصحية الأخرى؛ التي تتضمن مبادرات تُحْجِم الحكومات والشركات عن تنفيذها، لأنها قد تكون محفوفة بالكثير من المخاطر. ومن أمثلة هذه المبادرات: مزج بكتيريا شائعة في البعوض الذي ينقل حمى الضنك، فقد يؤدي هذا المزج إلى منع سلالة البعوض هذه من نشر الحُمَّى، وربما ينجح ذلك مع أمراض أخرى.

من الأهداف الأخرى.. التأكد من الاستفادة مما حققته المؤسسة من إنجازات، ومما اكتسبته من خبرات خلال 15 عامًا من إنشائها، وما يمكننا تحقيقه في الخمس عشرة سنة المقبلة. وأود أن أضمن استمرار التفكير الإيجابي والإبداعي بشأن توسيع نطاق تأثيرنا.

على المستوى الشخصي، يساعدني الركض وركوب الدراجات في الاستمتاع بذهن صاف، وقدرة على التحمل تعينني على الاضطلاع بمهام وأعباء منصبي. وكالمعتاد، سأقرر إضافة رياضة رفع الأثقال، والحفاظ على ممارسة هذه الرياضة، وسأمارس هذه الرياضات بكل حماس.

إي زي

المزيد من الطاقة.. نُظُم متداخلة

أستاذة الكيمياء، جامعة العلوم والتكنولوجيا في الصين

في إطار الاتجاه نحو توليد الطاقة المستدامة، أتمنى بنهاية العام الحالي أن ينجح المختبر الذي أديره في تحقيق تحسين جوهري في كفاءة التحويل للطاقة الكيمياضوئية، أو الكيمياكهربية، أو الكيمياكهروضوئية. أما هدفي الشخصي، فيتلخص في تحسين التواصل مع الناس خارج تخصصي، فعلاقات المشاركة العابرة للتخصصات أمر جوهري للنجاح في التغلب على التحديات الجسيمة في الوقت المعاصر.

لتحقيق الهدف الأول، نخطط لتصميم محفزات جديدة فائقة التُّحول، وثنائية الأبعاد من أشباه الموصلات التي تتميز بزيادة الكثافة وحركة الناقلات (الإلكترونات السالبة، والثغرات الإلكترونية الموجبة). قد يسهم ذلك في تحسين امتصاص الفوتونات ونقل الشحنة، وإزالة الاختلاط بين الناقلات، وفي تفادي العوائق التي تظهر في الاستخدامات العملية التي تستلزم فهْم العلاقة بين بِنْيَة هذه المواد، ووظيفتها. ولن يتسنى هذا الفهم إلا بالتعاون بين العلماء والباحثين من تخصصات متنوعة.

أما هدفي الثاني، فيلزمه عزم على استكشاف موضوعات في تخصصات أخرى غير الكيمياء، مثل الإشعاع السينكروتروني، وإفناء إليكترون البوزيترون. كما أخطط لقراءة دوريات مختلفة، وحضور مؤتمرات كثيرة، وزيارة مختبرات عديدة. وسأبذل مجهودًا أكبر في نقل نتائج فريقي واكتشافاته للعلماء والباحثين من التخصصات الأخرى والجمهور العام، من خلال مجلات تبسيط العلوم، وعبر موقعنا على الويب. ومثل هذا التواصل ضروري، بل حيوي، لإلهام الجيل الجديد، وتشجيعه على العمل في المهن والتخصصات العلمية.

كريستيانا فيجوريس

صياغة اتفاقية جديدة للمناخ

الأمينة التنفيذية لاتفاقية الأمم المتحدة بشأن تغيُّر المناخ UNFCCC.

أثبت العِلْم ـ بلا أدنى شك ـ مسؤولية البشر عن تغيُّر المناخ. هذه الحقيقة البسيطة التي سوف تغيِّر ملامح العالم تُحتِّم على الحكومات الوصول إلى اتفاقية جديدة حول تغيُّر المناخ في باريس في نهاية هذا العام؛ من أجل توفير حالة من التوازن، لا يضيف إليها البشر مزيدًا من غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي قبل نهاية هذا القرن.

مهمتي هي مساعدة الدول على تحقيق هذا الهدف. ويتضمن ذلك إدارة عملية التواصل بين أعضاء الاتفاقية، البالغ عددهم 195 دولة، تضم عشرات الآلاف من الوفود، والمراقبين من مئات المنظمات غير الحكومية والشركات، كل منهم يحمل آماله في الوصول إلى اتفاقية جديدة. إضافة إلى ذلك.. سأضاعف جهودي الدبلوماسية الشخصية؛ لضمان إدراك جميع الأطراف أنّ الوصول إلى اتفاقية قوية وراسخة هو السبيل الصالح الوحيد لمستقبل حافل بالاستدامة والصحة والسعادة والثروة لنا جميعًا.

لم يتوفر من قَبْل مثل هذا الدعم الجماهيري وهذه الإرادة السياسية للعمل واتخاذ التدابير

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

والإجراءات اللازمة. والمعايير الاقتصادية واضحة للغاية: فتأجيل اتخاذ التدابير اللازمة يؤدي إلى ارتفاع تكلفة المستقبل، بينما تترتب مزايا اقتصادية واضحة على العمل، واتخاذ الإجراءات الفورية. كما يتوفر التمويل والتكنولوجيا اللازمين لاتخاذ إجراءات ومبادرات فعالة. وهناك حماس منقطع النظير بالفعل، فقد رأينا عشرات الالتزامات والتعهدات بمعالجة تغيُّر المناخ من الحكومات والشركات والمستثمرين والمدن والمواطنين، وقد لمسنا ذلك في قمة الأمم المتحدة لتغيُّر المناخ في سبتمبر الماضي في نيويورك.

ما يجري مِن استعدادات لقمة باريس سوف يُحدِث تأثيرًا كبيرًا في تحديد مستوى جودة الحياة للأجيال المقبلة تحديدًا كبيرًا، بالمقارنة بأيّ قمة أخرى من قبل. ولدينا الفرصة لاتخاذ القرارات التي تضعنا على مسار ارتفاع التكلفة البشرية والاقتصادية، أو على مسار يتجه نحو الأمن والاستقرار.

هذه هي المهام التي أحملها على عاتقي، والالتزام الذي عاهدت نفسي به في حق آلاف العلماء الذين كان لأبحاثهم وأعمالهم حول تغيُّر المناخ الفضل في وصولنا إلى هذه المرحلة المتقدمة.

رولف دايتر هيوير

تصادمات هائلة الطاقة، وانتقال سلس للقيادة

المدير العام للمنظمة الأوروبية للأبحاث النووية «سيرن»

أبدأ اليوم العام الأخير في منصبي كمدير عام للمنظمة الأوروبية للأبحاث النووية «سيرن» CERN، التي تُعَدّ أكبر مختبَر لفيزياء الجسيمات في أوروبا بالقرب من جنيف في سويسرا.

هذا العام سيشبه عامي الأول في قيادة هذه المنظمة من عدة نواح، حيث سنتطلع إلى تحطيم الرقم العالمي القياسي في أكبر مُسارِع لجسيمات الطاقة الهائلة في العالم. وعندما أترك منصبي، أتمنى أن أطَّلع على المجموعة الأولى من البيانات الناجمة عن التصادمات بقوة 13 تيرا إلكترون فولت في المصادم الهادروني الكبير.

بعد حجم العمل الضخم الذي أنجزناه خلال العامين الماضيين لتجهيز المصادم الهادروني الكبير، أكاد أجزم بأن هذه التجارب هائلة الطاقة سوف تقام في شهر مايو المقبل. وقد تم بالفعل تبريد الآلة لدرجة حرارة التشغيل، وأتمنى أن تفتح هذه التصادمات الطريق لاكتشافات مهمة، مثل آلية بروت إنجليرت هيجز (Brout–Englert–Higgs).

أتطلع إلى التعاون مع الزميلة والصديقة الرائعة فابيولا جانوتي، التي سوف تتولى رئاسة المنظمة بعد انتهاء فترة منصبي، لضمان سلاسة تسليم زمام القيادة. وفي العام المقبل، وبعد أن أطمئن على أن المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية في أيد أمينة، أحد التحديات التي تواجهني هو دوري كرئيس للجمعية الفيزيائية الألمانية، الذي سوف يبدأ في إبريل 2016. وحتى ذلك الحين، أخطط للاستمتاع بعامي الأخير كمدير عام، مثلما استمتعت بكل الأعوام السابقة.

جلوريا بوندر

التركيز على قضايا المساواة بين الجنسين في مجال العلوم

مديرة مجال دراسات النوع والمجتمع والسياسات في معهد فلاسكو اللاتيني (معهد أمريكا اللاتينية للعلوم الاجتماعية)

أخطط هذا العام لتخصيص جزء كبير من وقتي لضبط نقطة اتصال أمريكا اللاتينية ببرنامج دولي متعدد التخصصات، يسمى (GenderInSITE)، وهو برنامج مختص (بقضايا النوع في مجالات العلوم، والابتكار، والتكنولوجيا، والهندسة). وسأقوم ـ على وجه التحديد ـ بتنسيق الاستراتيجيات؛ لجمع البيانات، وتقييم المشروعات مع صناع القرار في هذه المجالات. والغاية من ذلك هي مزج أهداف تحقيق المساواة بين الجنسين بالسياسات السائدة وتحليلها، حتى تسهم مجالات العلوم، والابتكار، والتكنولوجيا، والهندسة في تحسين حياة الرجال والنساء بصورة أفضل، فضلًا عن توفير بيئة شاملة ومستدامة.

في السنوات العشر الأخيرة شهدت أمريكا اللاتينية تطورًا كبيرًا في المساواة بين الجنسين. وإنني لأفخر بالبرامج التعليمية المبتكرة ـ على وجه التحديد ـ التي طوَّرها المختصون في الأرجنتين، وكوستاريكا، وجمهورية الدومينيكان، وهي تهدف إلى تعزيز اهتمام صغار النساء وكبارهن، وتحسين قدرتهن في مشروعات العلوم، والتكنولوجيا، ومنتجات هذه المشروعات. ولا تُستثنَى من هذا التقدم تشريعات المساواة بين الجنسين في شيلي والأرجنتين، فهي أيضًا صورة تدعو إلى التفاؤل، والمزيد من العمل، لكنْ لا تزال هناك عقبات على الطريق، ينبغي أن نذلّلها، كما ينبغي أن ندرك أن النجاح ليس بالأمر اليسير أو المضمون عند التعامل مع قضايا الجنسين، خاصة في مجالات العلوم، بل ينبغي توقُّع مقاومة وردود أفعال عكسية. وفي النهاية، نحن نتصدى لعلاقات القوة والنفوذ التي تؤثر على الطريقة التي نرى بها جميع الأبعاد في حياتنا، ونفسرها، ونقيِّمها، ونتعامل معها، بما في ذلك التخصصات العلمية.

لانجوان لي

الخبرة والسفر: ما اجتمعا، إلّا وأضافا

مديرة مختبر الولاية الرئيس لتشخيص الأمراض المعدية وعلاجها، كلية الطب، جامعة تشجيانج

هدفي الأساسي هذا العام هو الاستفادة من عديد من الخبرات المتنوعة. ومختبري خير مثال على ذلك.. فنحن نستخدم أدوات من علم الميتاجينوم، والميتاترانسكريبتوم؛ لتوضيح دور شبكات تفاعل الكائنات الدقيقة في تطور أمراض الكبد وبنائها. وسوف يساعدنا ذلك على صياغة استراتيجيات جديدة لتشخيص الأمراض ـ مثل مرض تليف الكبد ـ وعلاجها، والوقاية منها.

خلال العام الجديد، نسعى إلى توضيح تأثير المضادات الحيوية والمعزِّزات الحيوية على الكبد. لقد تابعنا 80 مريضًا مصابين بتليف الكبد لمدة ستة أشهر؛ من أجل شرح وتفسير آثار وآليّات المعزِّزات الحيوية ـ مثل اللاكتولوز ـ على تقدم المرض. وتابعنا أيضًا 40 مريضًا يعانون من فشل الكبد لمدة شهر، وأخذنا عينات منهم أسبوعيًّا؛ لتوضيح التغييرات في منظومة الميكروبات المعوية. ونأمل في العثور على ميكروبات نافعة جديدة لعلاج مرض الكبد.

أتطلع في هذا العام إلى إتاحة المزيد من الفرص لفريقي، في سبيل التواصل مع الأفراد من الدول المختلفة، والتعاون معهم. ونخطط لحضور المزيد من المؤتمرات الدولية، فضلًا عن حضور فعاليات أخرى.

أثين دونالد

كلما زاد عدد طالبات العلوم، زاد عدد المدونات العلمية

عميدة كلية تشيرشل، جامعة كمبريدج

طموحي في هذا العام والأعوام التالية أن أصل إلى التوازن والتعادل بين نسبة الطلاب الذكور والإناث في كلية تشيرشل. تمتلك الكلية سجلًّا ممتازًا لقبول المتقدمين من المدارس الحكومية، إلا أن الطالبات يمثلن 35 % فقط من الطلاب المقبولين. تقل نسبة أعداد الفتيات في تخصصات الرياضيات والهندسة، وهي أرقام ليست مُرْضِية. فجذب الفتيات والطالبات الصغيرات أمر جوهري وشديد الأهمية على المستويين التعليمي، والأخلاقي.

تلتزم الكلية ـ بموجب أحكام تأسيسها ـ بقبول 70% من الطلاب في أقسام العلوم، والتكنولوجيا، والهندسة، والرياضيات، ولكن تختفي الوجوه النسائية بين المحاضِرين في قسمي الرياضيات، والهندسة، وذلك النقص سيؤدي إلى استقبال الفتيات المتقدمات خلال فترة التقديم للجامعة بوجوه ذكورية. لذلك.. سنحرص، ابتداء من فصل الربيع 2015، على وجود الباحثات والخريجات اللاتي يحملن درجتي الماجستير والدكتوراة في هذين التخصصين؛ لاستقبال الفتيات اللاتي يرغبن في الالتحاق بالكلية. وأتطلع إلى تحقيق تحسن ملموس في أعداد الطالبات اللاتي يدرسن في الكلية، ابتداء من دفعة 2016 فصاعدًا.

على المستوى الشخصي، أتمنى نشر المزيد من المقالات العلمية في المدوّنات المتخصصة (انظر /go.nature.com pcerpn)، حيث أكتب بانتظام عن الثقافة العلمية، والقضايا المرتبطة بالجنسين. والمجال الذي أعمل فيه هو فيزياء المواد الناعمة، والتقاؤها مع علم الأحياء، ولكنْ أرى أن الكتابة عن الأبحاث التي تهمني كتابةً واضحةً ووافيةً هي الوسيلة المثلى لتحسين أسلوبي ككاتبة، كما أن التفاعل مع الجمهور يمثل جزءًا أساسيًّا من مسؤوليتي كعالمة أكاديمية. في العام الماضي، كانت واحدة فقط من المقالات الإحدى عشرة التي نشرتها عن علم المحاكاة البيولوجية والألوان البنيوية هي التي يمكن نَسْبها إلى العلوم البحتة. وحاليًّا.. أحرص على قراءة الأبحاث، واضعةً هذا الهدف نصب عيني. ■ انظر قسم المهن العلمية ص. 89

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نظرات في صفحات الماضي

بين المَــدّ والجَزْر في المحيـط الهـادئ

يحتفل **آرون هيرش** بالذكرى الخامسة والسبعين لكتاب الأحياء البحرية الكلاسيكي لمؤلفه إد ريكيتس، العالِم البوهيمي الذي ألهَم جون شتاينبك.



عالم الأحياء البحرية إد ريكيتس يحمل حبّار هومبولت خارج مختبره في مونتيري بولاية كاليفورنيا.

RALPH BUCHSBAUM/VICKI BUCHSBAUM PEARSE AND CALIFORNIA HISTORY ROOM, MONTEREY PUBLIC LIB.

تتشابه صورة الأبطال في عدد من روايات جون شتاينبك.. فشخصياتهم تُظهر قوة الرجولة، لكنها لا تخلو من الحس اللطيف، وفي داخلهم ترى الأصالة، وهُم عن الفكر الفلسفي ليسوا ببعيدين. وهناك سبب للتشابه العائلي بين هذه الشخصيات. وهذا التشابه يمتد من جيم كيسي في رواية «عناقيد الغضب» *The Grapes of Wrath* إلى الطبيب وينتر في رواية «في مغيب القمر» *The Moon is Down*، حيث إنها تستند على شخص أَحَبَّه شتاينبك، وأُعجب به. هذا الشخص هو إد ريكيتس، الذي ألَّف أيضًا العديد من الكتب غير الروائية، تتناول العلوم والفلسفة.

أحد تلك الأعمال هو «بين المَدّ والجَزْر في المحيط الهادئ» *Between Pacific Tides*، الذي صدر كدليل إرشادي عن اللافقاريات البحرية لشواطئ المحيط الهادئ في أمريكا الشمالية، وضم صورًا بالأبيض والأسود، التقطها جاك كالفين. وقد يبدو هذا الكتاب كأنه عمل مملّ وتقليدي نوعًا ما، إلا أن الشخصية الحيوية والمتعطشة التي أَسرَت كيان شتاينبك جعلت هذا الدليل الميداني المتخصص فريدًا من نوعه، وكتابًا مثيرًا للاهتمام. وحتى اليوم، وبعد مرور خمسة وسبعين عامًا من عُمْر الكتاب، يعرف كل عالِم أحياء بحرية إلى أين يمد يده ليحصل على نسخة من كتاب، زوايا صفحاته مطوية، ومغلف بغلاف واق من الماء.

كي نتذوق شخصية ريكيتس، يمكننا أن ننظر إلى بطل من أبطال شتاينبك الذي يقدم ما هو أقرب ما يكون إلى سيرة ذاتية مباشرة. تلك هي شخصية دوك، المتجسدة في قصته القصيرة «شارع السردين المعلب» *Cannery Row*، الصادرة في عام 1945. كان دوك يرتدي ثياب متشردين، لكن لسانه ينطق كمُلْهَم، كما اتسم عقليًّا وبدنيًّا بالتوازن، فكانت شهواته الجامحة يضبطها فيض السخاء. ويستشهد ـ بالقَدْر نفسه من الحيوية ـ بأبيات شعرية لشاعر صيني من القرن الثامن، اسمه «لي بو». هذه الأبيات تتحدث عن الخصائص الغامضة للافقاريات البحرية: «ونجم البحر الهش يتراقص، وعاريات الخيشوم في سحرها نغوص؛ وديدان عديدة.. منها المسطح والشريطي، وبطلينوس في ثباته لا يغور؛ وقراديس، المدّ والجَزْر يجمعها، فترى قلوبها الدقيقة بوضوح». كان دوك يتاجر في هذه الكائنات الغريبة، فيستأجر المتشردين لجمعها، ثم يرسل هذه المخلوقات بالبريد إلى الفصول الدراسية، أو المختبرات.

بين المَدّ والجَزْر في المحيط الهادئ
إدوارد ريكيتس، وجاك كالفن
مطبعة جامعة ستانفورد: 1939

يعطي هذا كله وصفًا دقيقًا لريكيتس وعالمه، ويصور الوضع الحقيقي

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

CHRISTINA PIOTROWSKI/CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES

من بين العَيِّنات التي جمعها ريكيتس في ولاية كاليفورنيا: قنافذ القلم الرصاص *Eucidaris thouarsii*، (إلى اليسار)، ونجوم الشمس *Heliaster kubiniji* (إلى اليمين). وقد سُمي ستة عشر نوعًا بحريًّا تَيَمُّنًا به.

لشركة إمدادات الحيوانات الكائنة في شارع «كانري روو» في مونتيري بولاية كاليفورنيا، حيث كان هيكلًا خشبيًّا متهالكًا، يجتمع فيه المثقفون والبغايا والسكارى؛ لمناقشة الفلسفة والفن وسط الكتب والحيوانات المحفوظة وحوض به كلب بحر حقيقي. وفي هذه الندوات المثيرة، كان ريكيتس بمثابة (سقراط)؛ مما ترك انطباعًا عميقًا ليس فقط في شتاينبك، لكن أيضًا على الزميل الروائي هنري ميلر، والشاب جوزيف كامبل، الذي كان يتلمس طريقه في التأريخ الفني للأساطير.

يشير مشهد في رواية «شارع السردين المعلب» إلى ما جعل كتاب «بين المد والجَزْر في المحيط الهادئ» يختلف عن الكتب الأخرى: يجلس دوك على الشاطئ مع هيزل، المتشردة التي استأجرها لجمع نجم البحر. تسأل هيزل، وهي تنظر إلى حشرات البق النتنة الزاحفة على الأرض: «لماذا ترفع مؤخراتها في الهواء؟» فيجيب دوك: «إنها حيوانات من الشائع جدًّا رؤيتها، وأحد الأمور الأكثر شيوعًا هو ما تقوم به مِن رفع أذيالها في الهواء، لكن لم يذكر مرجعٌ واحد هذه الحقيقة، أو سبب فعلها لذلك».

لاحظ عدد من الكُتّاب أن الصيت الذي حققه كتاب «بين المد والجَزْر في المحيط الهادئ» كان سببه هو اعتماد الكتاب على الترتيب البيئي أكثر من الترتيب التصنيفي، أي تصنيف الحيوانات وفقًا للموائل، وليس الشعبة أو العائلة، لكن يتسم الترتيب أيضًا بما يمكن أن نسميه بالذاتية أو التجريبية، لأن ترتيب العرض متقن، والمعلومات التي يقدمها النص تتوقع بالضبط ما الذي سيلاحظه شخص مبتدئ كهيزل، ويتساءل عنه عندما يصل إلى الشاطئ.

يبدأ الكتاب من المنطقة العلوية، حيث يصل رذاذ الأمواج إلى أحذيتنا بالكاد. وأول المخلوقات التي نقابلها هناك كائنات ستجذب انتباهنا: إنها كائنات مألوفة، مثل حلزون البرونق، إضافة إلى الكائنات المتزاحمة

HULTON-DEUTSCH COLLECTION/CORBIS



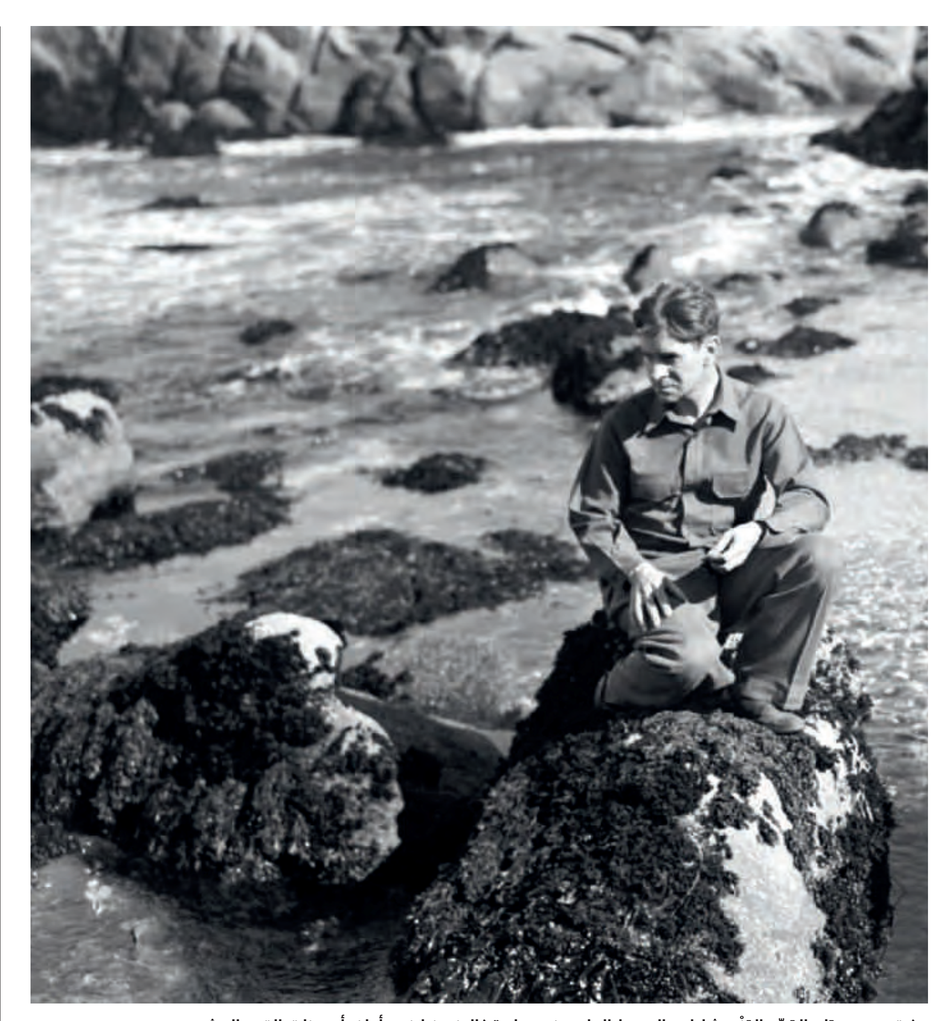
شكّلت رحلة استكشافية لجون شتاينبك وريكيتس مادة كتابهما «بحر كورتيز».

نحو القمل الصخري. ومن هذا المشهد تتجه أعيننا إلى الحيوانات النادرة، التي تتجمع لتكافئنا بشكل خاص لاهتمامنا الدؤوب بالملاحظة، فنرى بطلينوس البومة العملاق *Lottia gigantea*.

وهكذا الحال في كل منطقة، حيث يقودنا ريكيتس إلى مناطق أعمق في منطقة المد والجَزْر، فنقابل كائنات منتشرة ونادرة، مألوفة ودخيلة، جليّة وخفية. لا نعرف عن كل حيوان اسمه اللاتيني فقط، لكن نعلم عنه شيئًا يجعله عالقًا في الذاكرة، وقد يكون هذا الشيء مثيرًا للفضول، مثل حقيقة أن البطلينوس *Lottia gigantea* يغيِّر جنسه من ذكر إلى أنثى كلما كبر حجمه، ويدافع عن مقاطعة خاصة به، فيطارد أي معتدي، ويُوقِع في قلبه الرهبة . وكنا نتذكره بهذا السؤال: مَن كان يعرف أن البطلينوس يمكنه أن يطارد معتديًا؟

من خلال قراءة مختلفة للكتاب، نلمس فيه تجربة ذاتية وتجريبية، فنجد ريكيتس لا يتحرج من الإفصاح عن إشاراته المتعاطفة مع حياة الحيوانات، فيقول مثلًا عن فئة السرطان الناسك: «عندما لا تكون هذه الفئة مشغولة بالتقاط الغذاء أو ممارسة الحب، تتقاتل قطعان السرطان قتالًا حماسيًّا، دون هوادة أو كلل، وإنْ شابه الحذر».

مَن يقرأ كلمات مثل «ممارسة الحب» و«الحماس»، يدرك أنها ليست مصطلحات علمية دقيقة، ولذلك.. ليس من المستغرب أن الكتاب حيّر بعض العلماء الأكاديميين. وأثناء مراجعة النص قبل نشره، شجب



ريكيتس بين بِرَك المَدّ والجَزْر بشاطئ المحيط الهادئ في ولاية كاليفورنيا في أواخر أربعينات القرن العشرين.

ED RICKETTS JR PHOTO/PAT HATHAWAY PHOTO COLLECTION, WWW.CAVIEWS.COM

مدير محطة هوبكنز البحرية - التابعة لجامعة ستانفورد في باسيفيك جروف، كاليفورنيا - تنظيم الكتاب، وذكَّر الناشر أن ريكيتس ـ الذي لم يحصل أبدًا على درجة جامعية ـ لم يكن «عالِم حيوان محترفًا».

الأمر الذي جعل صبغة الكتاب «غير علمية» كان إعطاء الأولوية للتجربة الذاتية، لكن ذلك السبب تحديدًا هو ما جعله جذابًا وعالقًا في الأذهان. ومن الصعب الدفاع عن صيت الكتاب الذائع كعمل علمي، لأن هناك مفكرين بيئيين، بدءًا من ألكسندر فون هومبولت، مرورًا بتشارلز داروين، ثم جورج بيرد جرينيل، كانوا قد أدركوا بالفعل أن التفاعلات بين الأنواع هي المحددات الرئيسة للوفرة والنطاق الجغرافي. وما كان جديدًا حقًّا - وساحرًا إلى حد ما - هو أن ريكيتس أخذ كَمًّا من الحقائق الثابتة التي تبلّد العقل، وربطها ببعضها، وأضاف إليها شرارة من خبرته الطويلة، وشيئًا يضفي على الحياة طابع الحركة.

مناجاة الطبيعة

في هذا الصدد، نجد أنّ الكتاب إبداع فريد من نوعه لشخصية ريكيتس وحماسه. فبقدْر اهتمامه بالطبيعة، انشغل أكثر بماهيّة الإنسان في الطبيعة. وبينما كان يؤلف «بين المد والجَزْر في المحيط الهادئ»، كتب 3 مقالات حول ما أسماه «الغوص العميق» Breaking Through. وهي أعمال أدبية وفلسفية تعبِّر عن طموحه، ليس فقط في دراسة العالَم بموضوعية، من مسافة بعيدة، ولكن عن طموح الغوص في أعماقه، والارتباط به والتعاطف معه، بما يمكن وصفه بـ«مناجاة الطبيعة».

هذا الدافع يظهر من خلال صفحات «بين المد والجَزْر في المحيط الهادئ»، وليس فقط من خلال استدلالات مسلية عن عواطف الحيوانات، ولكن بطرق أخرى أيضًا نجده يميز رائحة هذه الكائنات (كعاريات الخيشوم لها رائحة الفواكه، وكرائحة سَمَك يُسمى «بليني» blennies، تشبه كثيرًا رائحة عشب البحر النافق)، كما يعطي وصفا لمذاق الأشياء (فبطلينوس البومة لذيذ، وعاريات الخيشوم ـ على عكس رائحتها ـ مثيرة للغثيان)، ونراه كيف يشق طريق حياته ومعيشته. يخبرنا شتاينبك أنه رأى في إحدى المرات ريكيتس يزحف داخل سمكة قرش متعفنة؛ ليحصل على الكبد؛ من أجل أغراضه البحثية.

جاء التكليل الأبرز لجهود ريكيتس الطموحة من أجل التوحيد بين تحقيقاته العلمية وتساؤله الروحي والفلسفي في شكل كتاب ألّفه بالمشاركة مع شتاينبك. يُدعى هذا الكتاب «بحر كورتيز» *Sea of Cortez*، وهو مزيج غريب وشيق يجمع بين الأدب، والفلسفة، والعلوم. ويعرض النصف الأول سردًا للرحلة الاستكشافية التي قام بها شتاينبك وريكيتس معًا في خليج كاليفورنيا. أما النصف الثاني، فهو فهرس مصوَّر للحيوانات التي جمعها، ولا سيما ملاحظات على توزيعها، ووفرتها. بعد عقود من الزمن، سوف يؤدي الكتاب دورًا محوريًّا في توثيق التغيرات البيئية على المدى الطويل في منطقة الخليج، لكنه فشل في ذلك في وقت نشره عام 1941.

في عام 1948، تُوفِّي ريكيتس، نتيجة اصطدام قطار بسيارته. وبعد ذلك بعام، نجحت دار نشر «فايكنج برس» في الحصول على إذن شتاينبك لفصل فهرس الحيوانات، وإعادة إصدار جزء الكتاب السردي، ونشره تحت عنوان «سجل من بحر كورتيز» *The Log from the Sea of Cortez*، ذاكرةً شتاينبك كمؤلف وحيد. وقد نشرت مذكرات ريكيتس الشخصية من الرحلة الاستكشافية - وكذلك المقالات الفلسفية التي كتبها- لأول مرة في عام 2006 كجزء من مجموعة المقالات التي أسماها «الغوص العميق»، الصادرة عن مطبعة جامعة كاليفورنيا. هذه النصوص، وفقًا لما ذكره محرر هذه المقالات، تبين أن فقرات الجزء السردي بأكملها، والمنشورة باسم شتاينبك، هي في الواقع من تحريره فقط، أما القلم الذي كُتبت به، فهو قلم ريكيتس.

«يخبرنا ستاينبك أنه رأى في إحدى المرات ريكيتس يزحف داخل سمكة قرش متعفنة؛ ليحصل على الكبد؛ من أجل أغراضه البحثية».

من أروع حكايات تاريخ الطبيعة، التي نتعلمها من كتاب «بين المد والجَزْر في المحيط الهادئ» قصة عارية الخيشوم *Triopha catalinae* ذات اللون الأبيض والبرتقالي. فقد كتب ريكيتس: «يمكن مشاهدة الكائن وهو يزحف بوضع مقلوب، ليصبح الجزء السفلي عالقًا في التوتر السطحي بين الهواء والماء». وتذكرني هذه الصورة بريكيتس نفسه.. فهو انتقل عبر التوتر السطحي إلى عالَمين مختلفين جدًّا: العلوم من جهة، والأدب والفلسفة من جهة أخرى. إنه لموقع دقيق للعيش فيه، دقيق بشكل ميكروسكوبي؛ فأي اضطراب بسيط على هذا السطح من شأنه أن يرسل هذا النوع من الكائنات إلى القاع.

مع أن إرث ريكيتس يعيد إلى الأذهان حيلة أخرى لبعض اللافقاريات، فعند تقطيعها إلى أجزاء، ينمو كل جزء ويصير كائنًا متكاملًا من تلقاء نفسه، إلا أنه لم ينل على الإطلاق التقدير الذي يستحقه. فمقالاته لم تُنشر أثناء حياته، فضلًا عن كتابه الذي تاق إليه توقًا شديدًا اقتُطع منه الجزء الذي ألفه. رغم ذلك.. حققت أفكاره وهويّته انتشارًا واسعًا على مستويات عدة، كمجال البيئة البحرية، والوسط الثقافي لمنتصف القرن الذي انتشرت فيه أفكاره. ومن ثم، فمتى يكتب جوزيف كامبل عن العلاقة بين بطل أسطوري والقوى الحيوانية، ومتى يُلْقِي بطل رواية «عناقيد الغضب» خطابًا عن التنظيم الاجتماعي، أو حتى إذا تحدَّث هنرى ميلر عن الجنس كوسيلة للتسامي، سيفوح ذِكْر إدوارد إف. ريكيتس من هذا التسلسل المتنوع. لذلك.. شهد شتاينبك ـ في حقه ـ بأنه «كان معلمًا للجميع، دون أن يظهر ذلك بشكل واضح». ■

آرون هيرش كاتب وعالِم أحياء بجامعة كولورادو بولدر، ومعهد فيرميليون سي. أحدث إصداراته : «عن طريقنا إلى البحر: رحلة استكشافية في بحر كورتيز» *Telling Our Way to the Sea: A Voyage of Discovery in the Sea of Cortez*.

البريد الإلكتروني: aaron.hirsh@colorado.edu



BRIDGES: BETSEY BRIDGES BLACK COLLECTION/FLIES: IMAGINAL DISC/LLC

أجرى كالفين بريدجز تجارب على ذباب الفاكهة؛ لإرساء اكتشافات أساسية في علم الوراثة.

الوراثة

عبقري يدرس الذباب

أوين كالاواي يستعرض قصة حياة كالفين بريدجز، رائد علم الوراثة، صاحب الحياة الجامحة، والشَّعْر الأشعث.

اشتهر كالفين بريدجز بثلاثة أشياء: عمله الرائد في علم الوراثة في أوائل القرن العشرين، وعلاقاته النسائية، وشعره الأشعث المنتصب. في «غرفة الذباب» ـ الفيلم الذي يروي قصة حياته من خلال رؤية ابنته بيتسي ـ يظهر أيضًا تفانيه في بعض الأحيان، كأب مناضل لتحقيق التوازن بين الفضول الفكري، والالتزامات العائلية.

نشأ فيلم «غرفة الذباب» من لقاء بين عالِم الوراثة، (المخرِج) أليكزس جامبيز، وبيتسي ـ وهي الآن في التسعينات من عمرها ـ واختُتم بمقابلات معها، لكنه ألقي الضوء على فترة في عشرينات القرن الماضي، عندما زارت بيتسي ـ ذات العشرة أعوام ـ مكان عمل والدها: غرفة الذباب الشهيرة في جامعة كولومبيا في مدينة نيويورك. وقد تم تمويل الفيلم جزئيًّا عن طريق التمويل الجماعي، من خلال «كيكستارتر»، وقام بالأدوار المساعدة باحثون، منهم عالِما الأعصاب جوزيف لودو، وستيوارت فايرشتاين.

قام بأداء دور بريدجز، الأشعث هاسكل كينج، حيث كان تلميذًا نجيبًا لعالِم الأحياء التطوري توماس مورجان (الذي قام بدوره فايرشتاين). وتحت قيادة مورجان، قام بريدجز وكادر من «يونج توركس» بتصنيف ذبابة الفاكهة المتحولة ـ وأشهرها: الأصناف بيضاء العينين ـ لتعيين مواقع الجينات، وفهْم كيفية انتقالها. وقد أسس عمل بريدجز مفهوم أن جينات تحديد الصفة تُحمَل عن طريق الكروموزومات التي ينقلها الآباء لأبنائهم، وكيف تحدد الكروموزومات ـ X، وY ـ جنس ذباب الفاكهة.

يتذكر مورجان في نعيه لبريدجز ـ الذي توفي في عام 1938 بسبب مرض الزهري ـ قائلًا: «ليس من المعتاد أن يستمر ستة منا في العمل في هذه الغرفة الصغيرة»،

غرفة الذباب
الكاتب والمخرج: أليكسيس جامبيز
إنتاج: «إماجينال ديسك»، 2014

فلإطعام الذباب، كان لا بد من توافر موز قارَب على التعفن بشكل مستمر في الغرفة.

ذلك الموز كان يتدلى من السقف في غرفة الذباب، كما يصورها الفيلم، حيث قام بريدجز وشخصيات بارزة أخرى في مجال علم الوراثة بترتيب الذباب الميت، وتبادل النكات المبتذلة. هذا هو العالَم الذي اقتحمته بيتسي، بعدما أرسلتها والدتها جيرترود لقضاء بعض الوقت مع والدها. لم يدرِ أي من العلماء كيفية التعامل مع هذه الفتاة الفضولية التي تحمل الكاميرا الخاصة بها دائمًا. وقد انزعج بريدجز لاقتحام خلوته، لكنه كان عطوفًا مع بيتسي؛ ووَظَّفها في غرفة الذباب لعَدّ وتمييز الذباب، وقال إنه اعتاد على وجود ابنته، ولم يُخْفِ حبه لها بعد ساعات العمل.

تدور غالبية أحداث الفيلم في غرفة الذباب. وقد أولى مصممو المواقع اهتمامًا كبيرًا بالتفاصيل.. فعلى سبيل المثال.. كانت المجاهر هي نسخة المجهر الذي اخترعه بريدجز.

ترك بريدجز عائلته، عندما قام مورجان بنقل مختبره إلى معهد كالتِك، وانضم بريدجز إليه. وفيلم «غرفة الذباب» لا يُعتبر محاولة لتقديم تاريخ موثوق، وترك العديد من التفاصيل إلى الخاتمة. في مقابلة معها، قالت بيتسي ـ البالغة من العمر 95 عامًا ـ إنها لم تكن تريد أن تصبح مثل والدها. إن ذلك التصريح يظهر فيه شعور بالأسى تجاه أب له كثير من العيوب، لكنه وضع الأساس لعلم الوراثة الحديث. ■

أوين كلوي يكتب لدورية *Nature* من لندن.

سوف يعرض مهرجان أبوظبي «إيماجين ساينس» السينمائي وَضْع البحث العلمي في العالم العربي ومناطق أخرى.

قوائم

العلــم في دائــرة الثقافـــة لعــام 2015

اكتشِفْ أمجاد الطب الشرعي، وتعرَّفْ على تناول توم ستوبارد لمفهوم الوعي، واطلِعْ على ما تحتاجه الحياة على المريخ، وأَعِدْ زيارة حديقة الديناصورات، واستمتِعْ برؤية الشعاب المرجانية، واقْضِ وقتًا ممتعًا مع روبرت أوبنهايمر... (تحقيق بقلم **دانْيِل كريسي**).



يستعرض أوبنهايمر مشروع مانهاتن

MAIN PICTURE: BERIT MADSEN; OPPENHEIMER: HUGO GLENDINNING

أوبنهايمر
سوان، ستانفورد – أبون – آفون، المملكة المتحدة
15 يناير – 7 مارس

أثبت عمل العلماء السري أثناء الحرب العالمية الثانية أنه أرض خصبة للعمل الدرامي، وتجلَّى ذلك في أعمال عديدة، بدءًا من مسرحية «كوبنهاجن» لمايكل فرين عام 1998، حتى أوبرا «دكتور الذَّرَّة» لجون آدامز في عام 2005. ومؤخرًا، سعى الكاتب المسرحي البريطاني توم مورتون سميث، وشركة «شكسبير الملكية» لكشف النقاب عن هذه العلاقة المتوترة بين عمل العلماء والدراما، متعقِّبين فكر جون آدامز بالغوص في مشروع مانهاتن، وهو البرنامج الأمريكي الذي خرجت من رَحِمه القنبلة النووية. أفصح مورتون سميث عن أنه يرى تضارب الشخصيات الرئيسة انعكاسًا لمعاني «الطموح الجامح، والهشاشة، والتردد»، التي اتصف بها رائد مجال الطاقة النووية روبرت أوبنهايمر. ولا يزال يتعين الانتظار حتى نرى ما إذا كان والد القنبلة النووية يبدو أقرب لشخصية ماكبث، أو هنري الخامس، أم لا.

بَدْء العد التنازلي: هزيمة المرض
المتحف الأمريكي للتاريخ الطبيعي، مدينة نيويورك
13 يناير - 12 يوليو

رغم ما شهدناه من تقدُّم طبي مذهل، ما زال مرض الجدري هو المرض البشري الوحيد الذي تغلبنا عليه في جميع أنحاء العالم. ولذلك.. يأتي المعرض الذي تُجرَى فعالياته في متحف التاريخ الطبيعي في نيويورك مركِّزًا على تحديد تحدي العام القادم المحتمل، واستقر على داء دودة غينيا. وهو من الأمراض التي تؤلم مصابيها وتنهكهم، حيث تَحْدُث الإصابة بانتقال ديدان *Dracunculus medinensis* عبر الأنسجة. وفي منتصف ثمانينات القرن العشرين، أصاب المرض 3.5 مليون شخص سنويًّا في أفريقيا وآسيا، لكنّ معدّل الإصابة به انخفض في الوقت الراهن بنسبة 99.9%. والمعرض هو نتاج التعاون مع «مركز كارتر» في أتلانتا بولاية جورجيا، الذي أنشأه الرئيس الأمريكي الأسبق جيمي كارتر، وقاد الكثير من الجهود العالمية لمكافحة المرض.

مهرجان «إيماجين ساينس» السينمائي
جامعة نيويورك، أبو ظبي
19-21 فبراير

منذ عام 2008، تشجِّع مؤسسة «إيماجين ساينس فيلمز» Imagine Science Films العلماء على التعاون الوثيق مع صناع

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



يمينًا: يضم المعرض العالمي EXPO لعام 2015 في ميلان سوبر ماركت «معزز» رقميًا، ويسارًا: يتناول معرض «بدء العد التنازلي» جهود القضاء على مرض دودة غينيا

FRUIT: CARLO RATTI ASSOCIATI; READING: THE CARTER CENTER/L. GUBB

الأفلام؛ من أجل المهرجان السنوي الذي ينعقد في مناطق إقليمية متعددة. ومهرجان هذا العام ـ الذي يضم عديدًا من الرعاة، من بينهم دورية *Nature* ـ يتفرع ليصل إلى أبو ظبي، وهو مكان جديد نسبيًّا للتعاون بين العِلْم والفن. تم تنظيم الجلسات؛ لعرض الأفلام الطويلة والوثائقية التي تركز على القضايا الخاصة بالشرق الأوسط . ويقدم المهرجان استكشافًا لأبعاد مختلفة، بدايةً من الخيال العلمي الذي يستطلع دور المنطقة على الصعيد العالمي إلى استكشافات واقعية في علم الأعصاب، واستغلال الموارد. يَعِد المهرجان بتقديم نظرة طليعية متعددة الأبعاد للعالم العربي حاليًّا.

الطب الشرعي: علم تشريح الجريمة
مجموعة «ويلْكَم»، لندن
21 – 26 فبراير

غالبًا ما تشوِّه برامج التليفزيون المشهورة حقيقة تقنيات الطب الشرعي، كتحليل الحمض النووي، وبصمة الأصابع، كما تحجب جانب عدم اليقين بها. يبشر صندوق «ويلْكَم تراست» ـ الذي يموِّل العلوم الحيوية بشكل ضخم ـ بتصحيح الوضع في معرضه الكبير، حيث سيهتم بكشف حقائق ارتكاب الجريمة، وما تتركه خلفها من آثار. كما سيعرض المعرض الذي زادت مساحته مؤخرًا أدلة مروِّعة، من بينها رسم تخطيطي لجريمة منسوبة للسفاح جاك Jack the Ripper، بالإضافة إلى أدوات الطب الشرعي، وأعمال فنية وأفلام من أرشيف «ويلْكَم تراست».

مهرجان «إيميرج»
جامعة ولاية أريزونا
مارس 2015

تؤدي جامعة ولاية أريزونا دورًا في الربط بين العلم والفن. فمهرجانها السنوي «إيميرج» Emerge، الذي أقيم للمرة الأولى في عام 2012، يجمع الفنانين والعلماء معًا في كرنفال علمي للجمهور العام، يبعث على التحدي. وسوف يكون من بين الحاضرين رائد العروض الرقمية لانس جارافي، وأخصائي علم الروبوت سربكانت ساربيالي. ويتناول مهرجان هذا العام «مستقبل الاختيارات والقِيَم» من خلال «عروض الخيال العلمي». وسوف يشهد الحرم الجامعي الواسع ضروبًا عديدة من الفنون، بدءًا من فن الرقص إلى النحت، وسوف يتكشَّف كيف يتأثر تشكيل المستقبل بالترابط بين العلماء والصناعات الإبداعية، أو التعارض بين الطرفين.

الزرنيخ، والطب الجديد: بحث رائد.. بقلم باول إرليخ
متحف برلين للتاريخ الطبي في مستشفى الشاريتيه
15 إبريل – 27 سبتمبر 2015

قدَّم الحائز على جائزة «نوبل» باول إرليخ مفاهيم بيولوجية جوهرية، مثل فكرة مستقبِلات سطح الخلية، وضرورة التحديد الكَمِّي للبيانات. وابتكر إرليخ تقنيات الصبغ؛ للتعرف على الخلايا المناعية وتمييزها، وطوَّر أمصال مضادة لأمراض معينة، مثل الدفتيريا. أما الشيء الأبرز المنسوب إليه، فربما يكون اكتشافه علاج مرض الزهري باستخدام «رصاصته السحرية». وهذا العلاج معروف باسم «عقار سلفارسان» Salvarsan (الأرسفينامين، **الصورة**). وبمناسبة مرور مئة عام على وفاته، يستعرض المعرض المشترك بين متحف برلين للتاريخ الطبي ومتحف فرانكفورت التاريخي حياة إرليخ العلمية الهائلة، ويلقي نظرة على كيفية إحياء ذكراه بها. في بلده الأم ألمانيا، على سبيل المثال، تمت إعادة إطلاق أسماء أخرى على الشوارع التي حملت اسمه خلال الرايخ الثالث، لأنه يهودي. وسوف ينتقل المعرض إلى متحف فرانكفورت في الفترة ما بين 29 أكتوبر 2015، و3 إبريل 2016.

CHRISTOPH WEBER, CHARITÉ/HOECHST ARCHIVE, FRANKFURT

معرض ميلان العالمي لعام 2015
ميلان، إيطاليا
1 مايو - 31 أكتوبر

سوف ينعقد المعرض العالمي «إكسبو 2015» في مدينة ميلان الإيطالية، وسوف يلقي الضوء، على شأن عالمي مُلِحّ، هو الغذاء. وسوف تقدم مؤسسة «غذاء المستقبل» ـ التي أسَّسها المهندس المعماري كارلو راتي ـ تجربة «الواقع المعزَّز» الرقمية عن السوبر ماركت، كنقطة تجمُّع للمنتجات، والمنتجين، والمستهلكين. وسوف يستعرض معرض «الفنون والأغذية»، القائم على تنظيمه الناقد الراديكالي جيرمانو سيلانت، الطعامَ الصالح للأكل في الأعمال الفنية، وتضمين ذلك ثقافيًّا وصناعيًّا منذ عام 1851. أما البيوت الزجاجية الثمانية في حديقة التنوع البيولوجي، فسوف تكون مصدر نقّاش التنوع البيولوجي الزراعي في 250 نوعًا من النباتات. وسيتعقب مشروع «بافيليان زيرو» Pavilion Zero التحولات البيئية، نتيجة عملية الزراعة منذ عصور ما قبل التاريخ. وذلك يتفق مع شعار المعرض: «إطعام كوكب الأرض هو مصدر طاقة الحياة».

عالَم الديناصورات
المخرج: كولين تريفورو
الافتتاح 10 يونيو

ديناصورات أعيد بعثها.. وضحاياها تزيِّنهم أضواء التصوير.. وعلماء يمارسون دور الآلهة على الشاشات مرة أخرى في عالم الديناصورات. مر أكثر من عشرين عامًا منذ أنْ أثار فيلم «جوراسيك بارك» لستيفن سبيلبرج في عام 1993 افتتان الجمهور بإعادة الحياة لأنواع انقرضت منذ زمن بعيد، وذلك باستخدام الحمض النووي. والسؤال الآن: كيف سيحقِّق عَرْضًا جديدًا للقصة نجاحًا في خضم عالَم صار فيه عِلْم الجينوم اتجاهًا رائجًا سائدًا، وليس مجرد شيء نادر وغريب، لا يزال يتعين الانتظار

أبرز اختياراتي للعام

فيليب بول، صحفي متخصص في العلوم، ومؤلف كتاب «غير المرئي»: خطورة فتنة غير المرئي

المعضلة الصعبة
المسرح الوطني، لندن
21 يناير – 16 إبريل

«المعضلة الصعبة» هي الوعي. وما هي إلا ذاك الشيء الذي يثير الكاتب المسرحي توم ستوبارد، كاتب الأعمال الدرامية التي تناقش أغوار نظرية الفوضى، والفيزياء الكمية. وفي عمله الأخير ـ بطولة أوليفيا فينال، وجوناثان كوي ـ يواجه طبيبٌ نفسي في أحد معاهد أبحاث المخ هذه المعضلة، بينما يكابد آلامه الخاصة، ويضطر إلى التساؤل عما إذا كان للماسحات الضوئية وأجهزة الكمبيوتر أنْ توفر كل الإجابات عن لغز العقل البشري، أم لا. وتأمَّل ـ في الوقت الراهن ـ ثلاثة مشروعات بحثية رئيسة، تدرس المخ، ربما تستطيع أن تحقق ذلك. لذا.. فقد برهن ستوبارد على أنه يجاري الزمن أكثر من أي وقت مضى. ونستطيع أن نتيقَّن من أنه لن يقوم بتقديم حل سطحي للمعضلة.

يستكشف مشروع «مسح كاتلن» شعاب مرجانية في جزيرة بونير بالجزر الكاريبية الهولندية

CATLIN SEAVIEW SURVEY

الشعاب المرجانية: مدن سِرِّيّة في أعماق البحر

متحف التاريخ الطبيعي، لندن
27 مارس - 13 سبتمبر

سوف يُعاد إحياء واحد من أكثر المناظر الطبيعية الساحرة، وهو منظر الشعاب المرجانية، جنبًا إلى جنب مع الديناصورات في متحف التاريخ الطبيعي بلندن. سوف يضم العرض أكثر من 200 نوع من الأنواع المستوطنة من الشعاب المرجانية، سواء أكانت حية، أم محفوظة، بهدف خلق عمل فني يستطيع منافسة عروض «متحف فيكتوريا وألبرت» المجاور. سوف يضم المعرض شعابًا مرجانية من مجموعة تشارلز داروين، مصحوبة بأفلام فيديو من مشروع «مسح كاتلن» لأعماق البحار. يُعَدّ هذا المشروع محاولة عالمية لتصوير الشعاب المرجانية، بالاشتراك مع شركة «جوجل»، وجامعة كوينزلاند الأسترالية. ومع أن الزائرين لن يتمكنوا من القفز إلى المياه، للانضمام إلى المخلوقات البحرية الحية، لكن يَعِدهم المنظِّمون بتجربة غوص افتراضية.

لنراه؟ يركز الجزء الرابع من سلسلة الأفلام السابقة على دور التعديل الوراثي، حيث يقدِّم جيلًا جديدًا، باعتباره تحذيرًا شديد الوطأة ضد العبث مع الطبيعة الأم.

تاريخ موجَز للمستقبَل

اللوفر، باريس
من منتصف سبتمبر إلى منتصف ديسمبر

التبحُّر في أعماق الماضي؛ من أجل استحضار روح المستقبل القادم، هو بؤرة اهتمام معرض ضخم في متحف باريس. ومن المأمول عرض مزيج واسع من أشكال الفن القديم والمعاصر، بجانب بعض الأعمال التي أُعدت خصيصًا لتغطي رُوّاد الهندسة، والعلوم، والعمارة، والفنون. ويرجع أصل هذه الفكرة إلى كتاب صدر في عام 2006، عنوانه يحمل اسم كاتبه، وهو الموظف الحكومي جاك أتالي. ويسرد المجلد رحلة البشرية منذ عصور ما قبل التاريخ، ويتناول الاختراعات المتعددة.. بدايةً من الطباعة في بلجيكا، حتى محرِّك المكبس في ولاية ماساتشوستس، واستشراف تحوُّل مستقبل الإمبراطوريات والبداوة إلى مستقبَل تحكمه التكنولوجيا.

رواية «المرِّيخي»

المخرج رايدلي سكوت
الافتتاح 25 نوفمبر

يوجِّه رايدلي سكوت ـ مخرج روائع أفلام الخيال العلمي، التي من بينها «بليد رانر» *Blade Runner*، الذي عُرض في عام 1982 ـ اهتمامه صوب كوكب المريخ. ومن المقرر أن يعرض في نوفمبر القادم إخراجه الدرامي لعمل أندي وير، وهو رواية «المريخي» *The Martian*، الذي نشره بنفسه في عام 2012. تتناول أحداث رواية الخيال العلمي رائد فضاء يجاهد للبقاء على قيد الحياة فوق سطح الكوكب الأحمر. ورغم أن سكوت تلقَّى آراء متباينة بشأن فيلمه «بروميثيوس» *Prometheus* في عام 2012، كانت عودته إلى الخيال العلمي مصحوبة بضجة إعلامية شديدة. ويرجع السبب إلى تناوله لفكرة العزلة في الفضاء في فيلم «إليان» *Alien* (1979) بشكل متمرس. لذلك.. هناك آمال كبيرة معلَّقة على قدرة سكوت في ترجمة كفاح بطل رواية وير، من خلال عمل درامي شيق وممتع. ■

دانيال كريسي هو مراسل دورية *Nature* في لندن .
شاركت في التغطية أليسون آبوت.

أبرز اختياراتي للعام

دانى بيرشال، المدير الرقمي في «مجموعة ويلْكم» في لندن

مصممون قيد الإقامة 2015: الهجرة

9 سبتمبر 2015 - 28 فبراير 2016
متحف التصميم، لندن

في عالَم يموج بالحركة، تُعَدّ الهجرة على قمة أولويات أجندة عديد من الحكومات، لكن الهجرة تحدث دائمًا من خلال أساليب يصعب كشفها. وهذا ما يعكسه المعرض السنوي الثامن «مصممون قيد الإقامة» Designers in Residence، حيث تجتمع تكنولوجيا المنتَج مع فن الصورة. ومع تغيُّر مكان المتحف من مقره في لندن إلى معهد الكومنويلث السابق، تمت دعوة مصممين في بداية حياتهم المهنية في طائفة من التخصصات؛ لدراسة حركة كل شيء، بدءًا من البيانات، حتى البشر، فضلًا عن استكشاف حياديّة الهجرة، بدلًا من ثنائية الهجرة النازحة، والهجرة الوافدة.

روث ويلي، مساعد مدير مركز العلوم والخيال في جامعة ولاية أريزونا، تيمبي

إنه على قيد الحياة! - فرانكنشتاين في السينما

23-25 يناير
مهرجان سياتل السينمائي الدولي، سياتل، واشنطن.

شكّلت رواية ماري تشيلّي «فرانكنشتاين» ـ منذ ما يقرب من مئتي عام ـ الطريقة التي ننظر بها إلى العِلْم وآثاره الأخلاقية. وأشعُر بالإثارة حيال العروض السينمائية الضخمة التي تتناول القصة في «مهرجان سياتل السينمائي الدولي» SIFF بالاشتراك مع مشروع جامعتي، للاحتفال بالمئوية الثانية لفرانكنشتاين. ومن بين العروض.. العملان الرائعان لجيمس ويل في ثلاثينات القرن العشرين: «فرانكنشتاين»، و«برايد أوف فرانكنشتاين» *Bride of Frankenstein* (**الصورة**)، وفيلم الرعب لبول موريسي «فليش فور فرانكنشتاين» *Flesh For Frankenstein*، الذي عُرض في عام 1973. ستكون عطلة نهاية الأسبوع مفعمة ـ بالتأكيد ـ بإثارة السينما والتحليل.



UNIVERSAL/THE KOBAL COLLECTION

تقارير موجزة

مخلوقات عجيبة

سوف يُفتتح في مارس القادم هذا المعرض في متحف قطر للفن الإسلامي بالدوحة. وسوف يعرض كيفية تصوير الحيوانات الحقيقية والخرافية في الفن والقصص الأسطورية، مثل حكايات «ألف ليلة وليلة».

حديقة فريدا كاهلو

في عرض لزهور، ورسوم، وما غير ذلك... مما سوف يبدأ في شهر مايو، فإنّ الحديقة النباتية في نيويورك سوف تعرض كيف ألهمت النباتاتُ الفنانةَ فريدا كاهلو في وطنها الأم، المكسيك.

الحِمَم البركانية

يَظْهَر بركانٌ وهو يغني في بداية فيلم رسوم متحركة قصير من إنتاج شركة بيكسر، وسوف يصدر كاملًا في شهر يونيو، وعنوانه «إنسايد أوت» *Inside Out*، حيث يصور جيولوجيا الطبيعة تصويرًا فاتنًا لم نعهده من قبل.

معهد فرانسيس كريك، لندن

تتعهد هذه المنشآت البحثية الطبية متعددة التخصصات بأنْ تصير مَعْلَمًا معماريًّا بارزًا. صمَّمت هذه المنشآت شركتان معماريتان، هما: HOK، و PLP للعمارة، وسوف يتم افتتاحها بنهاية العام.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مراسلات

نبوءة المُذَنَّبات.. وأصل الحياة

أدى هبوط مسبار «فيليه» على مُذَنَّب «67P/شيريموف-جيراسيمنكو في نوفمبر الماضي إلى التفكير في أن المُذَنَّبات ربما كانت مصدر عناصر الحياة الأساسية على كوكب الأرض، وهي الفكرة التي توصَّل إليها عالِم الفلك الفرنسي كامي فلاماريون، قبل ما يزيد على قرن من الزمان، وعرَضها في كتابه «عِلْم الفَلَك الشعبي» *Astronomie Populaire*، الصادر في عام 1880.

كَتب فلاماريون عن المُذَنَّبات قائلًا: «سوف تتزايد أهمية المُذَنَّبات بشكل كبير، إذا تبين أنها تحمل بداخلها مركّبات الكربون الأولى، لأنه من المرجح أن تكون هذه المركبات هي النواة التي انبثقت منها الحياة النباتية والحيوانية على ظهر كوكب الأرض، وسائر الكواكب. وعلى هذا المنوال.. ربما تمثل هذه الأجرام الهائمة البذور التي انشقت وخرجت منها الحياة في جميع العوالم!»

ميلتون وينرايت جامعة شيفيلد، المملكة المتحدة.
m.wainwright@sheffield.ac.uk

تجميع الموارد من أجل المحميّات الطبيعية

تواجه المحميات الطبيعية تحديات خطيرة عالميًّا (انظر: J. E. M. Watson *et al*. *Nature* **515**, 67- 73; 2014)، لكنّ هناك نماذج يجرى تمويلها وإدارتها بفعالية في ناميبيا ومنطقة الأمازون البرازيلية، ونعتقد أن هذه النماذج قد بلغت من النجاح ما يجعلها جديرة بتطبيقها في جميع أنحاء العالم، وتكرارها.

في ناميبيا، تمنح وزارة البيئة والسياحة امتيازات سياحية خاصة للمجتمعات السكانية المجاورة للمناطق المحمية التي شكّلت هيئات للحفاظ على البيئة. ساعد ذلك على جذب ملايين الدولارات؛ للاستثمار في البنية التحتية، فضلًا عن تمكين المجتمعات من المشاركة في النشاط الاقتصادي، والحصول على فرص عمل، وخلق حوافز أكثر جذبًا للعيش في الحياة البرية وحمايتها.

كما يقدم برنامج وقاية محميّات منطقة الأمازون الطبيعية الحماية اللازمة لمساحة هائلة تبلغ 15% من منطقة الأمازون البرازيلية. ويمول هذا البرنامج مشارَكة مستحدَثة بين جهات مانحة عامة وخاصة. وقد نجح البرنامج في تأمين مبلغ 215 مليون دولار؛ لتغطية التكاليف على مدار الخمسة وعشرين عامًا القادمة. وتزيد البرازيل من حصة إسهاماتها زيادة تدريجية؛ لضمان تمويل كامل ودائم.

جون هوكسترا، ميج سيمنتون الصندوق العالمي للحياة البرية، واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة الأمريكية.
كريس ويفر الصندوق العالمي للحياة البرية ـ ناميبيا، ويندهوك، ناميبيا.
Jon.hoekstra@wwfus.org

مواجهة الفيضانات ضرورية لمدن الدلتا

باتت الطرق التقليدية للوقاية من الفيضانات ـ كالسدود المائية ـ غير كافية لمواجهة مخاطر الفيضانات المتزايدة في مدن الدلتا الآسيوية. لذا.. نطالب بوضع منهجية متعددة المحاور، ترتكز على وضع حلول مستدامة طويلة المدى؛ لتعزيز قدرة هذه المدن على مواجهة الفيضانات (انظر أيضًا: L. Giosan *et al*. *Nature* **516**, 31- 33; 2014).

وفي شهر أكتوبر الماضي، سجّلت مدينة «هو تشي منه» الفيتنامية رقمًا قياسيًّا جديدًا لمستويات غير مسبوقة من الفيضانات في نهر سايجون للعام الخامس على التوالي، وللمرة الثامنة على مدى العقد الماضي. ومن بين العوامل التي تسببت في ذلك: التنمية العمرانية الهائلة، وتراجع القدرة التخزينية للنهر، وهبوط الأرض جرّاء عمليات استخراج المياه الجوفية غير المنظمة، والعواصف الشديدة، وارتفاع مستوى سطح البحر. كما شهدت بكين، وجاكارتا، ومانيلا اضطرابات مماثلة؛ أدّت أيضًا إلى فيضانات مدمرة.

هناك عديد من الاستراتيجيات؛ لتعزيز قدرة مواجهة فيضانات كهذه، ومن بينها: تنمية البنية التحتية في المناطق الحضرية؛ لتقليل آثار هطْل الأمطار (مثل: دمج أسطح المباني الخضراء، وجعل الأرصفة مُنْفِذَة للماء)، وأساليب بناء متوافقة مع ديناميكيات النظم الطبيعية، كما هو الحال في برنامج «حيز للنهر» Room for the River (go.nature.com/hqjld5)، و«محرك الرمال» Sand Motor (go.nature.com/e24ecq) في هولندا، فضلًا عن دمج أساليب توقُّع مخاطر الفيضانات في المناطق الحضرية الواقعة على اتجاه مجرى النهر في إدارة الخزانات.

روبن دام* دلتاريس، دلفت، هولندا.
Ruben.dahm@deltares.nl

*بالإنابة عن 4 مراسلين (للاطلاع على القائمة الكاملة، انظر: go.nature.com/qmy9vg).



إدارة الأراضي العسكرية من أجل البيئة

إنّ إعادة النظر في إدارة ساحات التدريب العسكري ـ لما تتمتع به من قيمة بيئية وعسكرية ـ من شأنها أن تزيد ـ بصورة كبيرة ـ مساحة 'المنطقة المحمية' البرية على المستوى العالمي بأقل تكلفة ممكنة (انظر: J. E. M. Watson *et al*. *Nature* **515**, 67- 73; 2014).

تشير تقديراتنا إلى أن إجمالي المساحات المخصصة للتدريبات العسكرية يبلغ ـ على الأقل ـ 50 مليون هكتار، في حين يقترب الرقم الفعلي ـ على الأرجح ـ من 300 مليون هكتار (R. Zentelis and D. Lindenmayer *conserve. Lett.*, in the press). تشمل هذه المساحات كافة النظم البيئية العالمية الرئيسة، بما في ذلك النظم التي تعاني ضعف التمثيل داخل النظم الاحتياطية الرسمية. ويتم تمويل إدارات هذه الساحات ـ على الأقل في العالم الغربي ـ من خلال النفقات العسكرية.

تبرز قيمة هذه المساحات من خلال العديد من الأمثلة، حيث تدعم نسبة كبيرة من تكتلات الزمرة الذئبية wolf packs في ألمانيا، كما تضم جزءًا من أفضل الأراضي البور الساحلية المتبقية والمهدَّدة في أستراليا. إن القوات المسلحة ـ على هذا النحو، وبغض النظر عن وجهة نظرنا الخاصة في المؤسسة العسكرية ـ تتولى إدارة مساحة شاسعة من الأراضي التي لم يتم الاعتراف بها حتى الآن كمصدر ممول للحفاظ على البيئة.

ريك زينتيلس، ديفيد ليندنماير الجامعة الوطنية الأسترالية، كانبيرا، أستراليا.
rick.zentelis@anu.edu.au

أوروبا تخذل الباحثين الشباب

نحن مجموعة من الباحثين الأوروبيين الشباب، المشاركين في مبادرات سياسات العلوم، نلمس بعمق كَمّ التحديات التي تواجهها المنطقة البحثية الأوروبية ERA.

لا يزال غياب منطقة بحثية أوروبية تتسم بالشمول والاكتفاء الذاتي الكاملين يؤثر بشدة على المؤسسات البحثية على المستوى المحلي، فضلًا عما يعانيه التمويل الإقليمي من الضآلة والتفتيت بصورة مفرطة. ومع تراجع فرص العمل المستدام، تتفشى المحسوبية، وتصبح هياكل إدارية وبحثية عديدة في درب الإهمال.

إننا نحتاج بصورة كبيرة إلى مزيد من الشفافية والموضوعية في إجراءات التمويل، والترقية، والتوظيف؛ فمثل هذه الإصلاحات ستكون منخفضة التكلفة نسبيًّا، وربما تجعل بعض الاستقطاعات التمويلية غير ضرورية.

لا تقتصر مسؤولية التطوير على الهيئات الإدارية فحسب، وإنما تمتد لتشمل الدول والأقاليم الأعضاء. لقد حظيت هذه القضايا بموافقة جماعية من كافة الموقّعين

أدناه، نحن أعضاء شبكة جيل الخيال العلمي، التابعة لمؤسسة التعاون الأوروبي للعلوم والتكنولوجيا COST، والأكاديمية الأوروبية لشباب العلماء، والأكاديمية العالمية لشباب العلماء، ومجموعة (صوت الباحثين)، التابعة لمؤسسة الباحثين المتنقِّلين EURAXESS.

توماس شيفر* بوليمات، جامعة بلاد الباسك، سان سيباستيان، وإيكارباسك بلباو، إسبانيا.
thomas.schafer@ehu.es
*بالإنابة عن 15 مراسلًا (انظر: go.nature. com/ab6jtb للقائمة الكاملة).

هناك مجالات لا تزال بحاجة إلى الرئيسيات

ليس ثمة تأثير لاستبعاد استخدام الرئيسيات غير البشرية في مجالات معينة (انظر: P. Bateson and C. I. Regan *Nature* **514**, 567; 2014) على جدواها في العلوم النفسية العصبية، وعلم الأعصاب.

نعتقد أن استخدام هذه الحيوانات ـ بما في ذلك قردة المارموسيت المعدَّلة وراثيًّا ـ يشكِّل بُعْدًا جوهريًّا في البحوث الأساسية المتعلقة باضطرابات الصحة العقلية؛ حيث تمكِّن أوجه الشبه في تركيب المناطق القشرية الدماغية العليا ـ التي تعاني من خلل تنظيمي مع حدوث بعض الاضطرابات، مثل الاكتئاب، والشيزوفرينيا ـ من وضع خرائط بالغة الدقة والصلة بالتنظيم الوظيفي لدماغ الرئيسيات.

من الأمثلة البارزة على ذلك.. رسم خريطة للمسارات العصبية في قردة الريسوس، التي قادت إلى اكتشاف إمكانية استخدام التحفيز العميق للدماغ كعلاج فعّال لمرض باركنسون (انظر: go.nature. com/28spre).

لقد أدركت المؤسسة الوطنية الأمريكية للصحة العقلية ضرورة تطبيق هذه البحوث الأساسية على فهم وعلاج الاضطرابات النفسية العصبية (Research Domain Criteria، انظر: go.nature. com/or4keu) لتحديد حالات العجز النفسي المتمايزة التي ترتبط بمسارات عصبية معينة.

أنجيلا روبرتس، تريفور روبينس جامعة كمبريدج، بريطانيا.
acr4@cam.ac.uk

قانون جديد يهدد بانتشار أنواع غازيّة

دخل حيز التنفيذ في الأول من يناير لعام 2015 القانون الذي أصدره الاتحاد الأوروبي للحدّ من انتشار الأنواع الغازية الغريبة (انظر: go.nature.com/ajiwtd)، إلا أن هذا القانون قد يأتي بنتيجة عكسية، ويساعد ـ دون قصد ـ على انتشارها في البرية.

يحظر القانون الاحتفاظ بالأنواع الغازية الغريبة المدرجة بقائمته، أو تربيتها، أو نقلها، أو تداولها. وقد حدد الاتحاد الأوروبي شهر سبتمبر 2015 كموعد نهائي لإصدار القائمة المبدئية للأنواع المحظورة، حيث سيطالب الاتحاد الدول الأعضاء من هذا التاريخ بالقضاء على الأنواع المدرَجة داخل الحدود الوطنية.

يرجع أصل عديد من الأنواع المدرَجة حاليًّا ضمن أخطر الأنواع الغازية في القارة الأوروبية إلى مجموعات خاصة، لا تخضع في الوقت الراهن إلا لمجموعة تشريعات متفرقة. ومن المرجح أن تدخل حيوانات عديدة إلى القائمة المحظورة بموجب القانون الجديد، بما في ذلك ضفدع الثور الأمريكي (*Lithobates catesbeianus*)، والبط رودي (*Oxyura jamaicensis*)، والراكون الشمالي (*Procyon lotor*)، وسنجاب بالاس (*Callosciurus erythraeus*).

وبالتالي، هناك خطورة تكمن في احتمال تسريح مالكي هذه الحيوانات ـ المحظورة حديثًا ـ في البرية، مثلما حدث عقب الحظر التجاري الذي فرضه الاتحاد الأوروبي في عام 1997 على السلحفاة المنزلقة ذات الأذن الحمراء (*Trachemys scripta elegans*).

ومن ثم، يتعين على الاتحاد الأوروبي أن يعطي أولوية كبرى لعملية انتقالية، يديريها بعناية فائقة؛ لمنع مقتني الحيوانات الأليفة من التسريح المتعمَّد لهذه الحيوانات.

فيليب هولم جامعة لينكولن، كانتربري، نيوزيلندا.
philip.hulme@lincoln.ac.nz

برنامج التدفئة الصديقة للبيئة يهدِّد جودة الهواء

دشَّنت الحكومة البريطانية برنامج «حافز الحرارة المتجددة» RHI، الهادف إلى إحلال الأجهزة المستخدِمة لوقود الكتل الحيوية (المراجل ومواقد بيليه فقط) محل نظامَي التدفئة المنزلي وغير المنزلي. قد يؤدي ذلك إلى نتائج غير مرجوة على مستوى جودة الهواء والتغير المناخي، ما لم يسارع البرنامج بتقليل حدود الانبعاثات الناتجة عن ذلك (انظر أيضًا: J. Schmale *et al*. *Nature* **515**, 335- 337; 2014).

يشترط البرنامج مستويات معينة لجودة الهواء تصلح لحرق 30 جرامًا من كتلة الوقود الحيوي لكل جيجاجول من صافي الإنتاج الحراري. يعني هذا أن الوحدة التي تبلغ قوتها 10 كيلو وات، وتعمل لمدة 2.8 ساعة، يمكن أن تنبعث منها كمية تصل إلى 3 جرامات من جزيئات التلوث، التي يبلغ حجمها حتى 10 ميكرومترات (PM_{10})، بإجمالي 27 مترًا مكعبًا من دخان العادم المنبعث من المرجل (111 مليجرامًا لكل متر مكعب). وطبقًا لقوانين جودة الهواء المعمول بها حاليًّا في المملكة المتحدة، فإن مستوى 10 ميكرومترات من الجسيمات المحيطة المسموح بها أقل من ذلك بحوالي 2,000 مرة، كما أن الحد المعياري الأوروبي لمستوى 10 ميكرومترات من الجزيئات أقل 5,000 مرة.

يقترح التقييم الصادر عن البرنامج دعم 750 ألف نظام بحلول عام 2020، لكن إذا استغنت 2.5% من المنازل بالمملكة المتحدة عن التدفئة بالغاز الطبيعي في بريطانيا (500 ألف مرجل)، واستعانت بالمراجل التي تبلغ قوتها 10 كيلو وات كتلة حرارية (أي كمية كافية لتشغيل خمسة مُشِعَّات مزدوجة)، ووصل عدد ساعات الاستخدام إلى 2.8 ساعة، فلا شك أن هذا سيولِّد كتلة الجزيئات المنبعثة نفسها في يوم واحد من تشغيل خفيف لأسطول المركبات البريطاني الذي يعمل بزيت الديزل، ويتألف من 8.8 مليون مركبة، إذا جرى تشغيلها وفقًا للوائح التنظيمية الخمس الخاصة بالانبعاثات، الصادرة عن الاتحاد الأوروبي (انظر: go.nature. com/mjpqmz).

إضافة إلى ذلك.. تتكون نسبة كبيرة من الجزيئات المنبعثة عن طريق مراجل الكتلة الحيوية من الكربون الفحمي، الذي يمثل أحد عوامل الاحترار المناخي، نظرًا إلى امتصاصه للإشعاع طويل الموجة، وذلك سيؤثر بالسلب على الآثار الإيجابية المرجوة من برنامج «حافز الحرارة المتجددة».

جوردون ماكفيجانز جامعة مانشستر، المملكة المتحدة.
g.mcfiggans@manchester.ac.uk

معايير فهرس دورية *Nature* محل شك

يقيس فهرس دورية نيتشر *Nature* أداء الدول والمؤسسات البحثية عن طريق متابعة أعداد الأوراق البحثية التي تقوم بنشرها في الدوريات المرموقة (www. natureindex.com)، لكننا نرى أن الاعتماد المطلق على الأرقام المجردة وسمعة الدورية ربما يؤدي في النهاية إلى نتائج مضلِّلة (انظر: R. Haunschild and L. Bornmann *Scientometrics* (in the press) and at http://doi.org/xrg; 2014)).

على سبيل المثال.. يصنِّف فهرس الأكاديمية الصينية للعلوم في مرتبة أعلى من جامعة هارفارد، في كمبريدج، ماساتشوستس. وباستخدام معدل محصلة النشر النهائي للمؤسستين في عام 2013، سنجد أن عدد المقالات المنشورة على التوالي هو (31,428 و17,836) مقالة، وفقًا لخدمة التقييم بمؤسسة «تومسون رويترز». كما وجدنا أن الأكاديمية الصينية للعلوم أسهمت بنسبة 8% فقط (2,661 ورقة بحثية) في فهرس *Nature*، بينما أسهمت جامعة هارفارد بنسبة 14% (2,555 ورقة بحثية). ينطوي هذا المنظور النسبي على أهمية خاصة، لأن المؤسسة ذات الإنتاجية العالية في النشر من المتوقع منها أن تنشر أعدادًا أكبر من الأوراق البحثية في الدوريات الكبرى.

وفي رأينا، سيكون من الأفضل قياس أداء الدول والمؤسسات على أساس الأوراق البحثية المفردة، بدلًا من الاعتماد على الدوريات التي قامت بنشرها (انظر: http://am.ascb.org/dora)، حيث إن جودة الدورية (حسبما يجرى قياسها عن طريق الأقران أو الاقتباسات) لا تمثل بديلًا يمكن الاعتماد عليه لقياس جودة كل ورقة بحثية منشورة فيها.

لتوضيح هذه النقطة، قمنا على مدى خمس سنوات بحصر الاقتباسات الخاصة بالأبحاث التي نُشرت في عام 2008 في دورية «رسائل الفيزياء التطبيقية» *Applied Physics Letters*، وهي الدورية التي تسهم بنسبة كبيرة من مقالاتها في فهرس *Nature*، باستخدام قاعدة بيانات ببليومترية تابعة لمكتبة «ماكس بلانك» الرقمية الكائنة في ميونيخ بألمانيا. وأشارت النتائج التي توصلنا إليها إلى أن حوالي 40% من الأبحاث بدورية «رسائل الفيزياء التطبيقية» استأثرت بحوالي 80% من الاستشهادات بهذه الدورية، ما يشير إلى توزيع غير متكافئ للجودة.

روبن هونزشيلد معهد ماكس بلانك لبحوث الحالة الصلبة، شتوتجارت، ألمانيا.
لوتز بورنمان جمعية ماكس بلانك، شتوتجارت، ألمانيا.
r.haunschild@fkf.mpg.de

ملاحظة التحرير: لمزيد من التفاصيل الخاصة بمنهجية فهرس *Nature*، انظر: *Nature* **515**, S52- S53 (2014). وهناك تفاعل لمجموعة Nature للنشر على مقال الباحثين هونزشيلد، وبورنمان قيد النشر «القياسات العلمية» *Scientometrics* على الرابط التالي: http://doi.org/xsf (2014).

مارتن لويس بيرل

(2014–1927)

مكتشِف جسيم تاو ليبتون دون الذَّرِّي.

عندما أماط مارتن لويس بيرل اللثام عن جسيم تاو ليبتون دون الذَّرِّي، حقَّق واحدة من أكبر المفاجآت في فيزياء الجسيمات الأولية خلال العقود الأخيرة. والسر وراء هذه المفاجأة هو اكتشاف النوع الثالث من جزيء الليبتون (بعد التوصل إلى النوعين الأوّلين: الإلكترونات، والميونات الأخف وزنًا). جاء هذا الاكتشاف في توقيت غابت فيه الأدلة التجريبية، أو المؤشرات النظرية التي تدلِّل على وجود «عائلة» ثالثة من الجسيمات.

وُلد بيرل في عام 1927 في بروكلين بنيويورك لأسرة من المهاجرين اليهود الذين تركوا بولندا. وكانت وفاته في الثلاثين من سبتمبر عام 2014 عن عمر يناهز 87 عامًا. استطاع والده بإصراره وعمله الجاد المخلص أن يؤسس شركة للطباعة والإعلان، هيَّأت الاستقرار للأسرة خلال ثلاثينات القرن العشرين. وذات مرة، أوضح بيرل أن تطلعات والديه كانت عالية، حيث طالباه بالحصول على الدرجات النهائية في كل مقرراته، «كان تدريبًا جيدًا على مهارات البحث؛ لأن أجزاء كبيرة من العمل التجريبي قد تتسم بالملل في بعض الأحيان، أو تنطوي على استخدام مهارات لا يكون المرء موهوبًا فيها على وجه الخصوص».

ومع أن بيرل تخرَّج في المدرسة الثانوية وهو ابن ستة عشر عامًا، وحصل على ميدالية تقديرية لإنجازاته في الفيزياء، لم يَجُل بخاطره أن يصبح عالِمًا. فقد ظن هو وأسرته أن مهنة عالِم الفيزياء غير مجزية ماديًّا. لذا.. قرر بيرل ـ بدلًا من ذلك ـ أن يصبح مهندسًا كيميائيًّا. ورغم أن دراسته في معهد بروكلين للفنون التطبيقية تعطلت لأدائه الخدمة العسكرية إبان الحرب العالمية الثانية، أكمل بيرل دراسته؛ وحصل على البكالوريوس في عام 1948.

التحق بيرل بعد تخرجه بشركة «جنرال إلكتريك»، حيث عمل في قسم الصمامات الإلكترونية. ولتطوير وتحسين إنتاج الشركة من الصمامات الإلكترونية، التي استُخدمت وقتئذ في الأجهزة، مثل التلفاز والمذياع، احتاج بيرل إلى فهم كيفية عمل الصمامات الإلكترونية؛ فعزم على تَلَقِّي دورات في الفيزياء في كلية الاتحاد في سكينكتادي بنيويورك، وفيها أدرك أين تكمن اهتماماته الحقيقية.

في عام 1950، دق جرس رحيله عن العمل في الصناعة، وحان وقت الدراسة لنيل درجة الدكتوراة في جامعة كولومبيا بنيويورك تحت إشراف عالِم الفيزياء الحائز على جائزة «نوبل»، إيزيدور إسحاق رابي. والدروس التي تلقاها بيرل على يدي رابي كانت بمثابة المنارة التي وجَّهته خلال مسيرته المهنية، منها: أهمية العمل على المشكلات الأساسية، واختيار إشكالياتك البحثية، والحصول على الإجابات الصحيحة واختبارها بدقة قبل النشر.

بعد عمله باحثًا ومدرسًا في جامعة ميتشيجان في آن أربور، حصل بيرل على فرصته الأولى للتفكير بجدية في التجارب الفيزيائية عالية الطاقة عن الليبتونات المشحونة، وذلك عندما عُرضت عليه وظيفة في «مركز ستانفورد للمُسرِّع الخطي» SLAC، الذي كان من المخطَّط تشييده بمينلو بارك في ولاية كاليفورنيا. انتقل بيرل في عام 1963 للعمل في هذا المركز. وفي ديسمبر 1975، نشر ـ بالتعاون مع زملائه ـ بحثًا بعنوان "الدليل على شذوذ إنتاج جزيء ليبتون في إفناء إلكترونات " e^+- e^- (M. L. Perl *et al*. *Phys. Rev. Lett*. **35**, 1489; 1975)، لكن التحقق النهائي من اكتشاف جسيم تاو ليبتون لم يحدث إلا في عام 1979.



LINDA A. CICERO/STANFORD NEWS SERVICE

كان الرأي السائد بين الفيزيائيين وقتئذ هو وجود نوعين فقط من الليبتونات، هما: الإلكترونات، والميوونات. أما جسيم تاو ليبتون، فهو أثقل ثلاثة آلاف مرة من أي إلكترون آخر، فضلًا عن أنه غير مستقر إلى حد كبير. لقد غيّر اكتشافه الكثير في توقعات فيزياء الجسيمات الأولية، ومهَّد طريق اكتشاف جسيمات أولية أخرى، لا سيما تاو نيوترينو، وكواركات القمة والقاع. وفي عام 1995، حصل بيرل وفريدريك راينز على جائزة «نوبل» بالمشاركة، تكليلًا لجهد بيرل في اكتشاف جسيم تاو ليبتون، وجهد فريدرك في كشف النقاب عن جزيئات النيوترينو، كأحد مكونات المادة.

كان لشخصية مارتن جانب حماسي مُعْدٍ في حبه للفيزياء الأساسية. فذات مرة، أثناء عملي كطالبة دكتوراة في مختبره، وجدت شذوذًا في بياناتنا تشير إلى وجود جسيم جديد مشحون جزيئيًّا، لكن مارتن ـ الذي تعامل مع أي بحث شارك فيه بجدية شديدة ـ ألغى فورًا رحلته إلى مؤتمر مقرر انعقاده، وظل مع مجموعتنا لعدة أيام، حيث أمعنَّا النظر في البيانات، حتى خلصنا ـ مع بعض الإحباط ـ إلى أن الشذوذ كان على الأرجح صنيعة تجهيزات تجربتنا.

إلى جانب الفيزياء الأساسية، أحب مارتن صناعة الأدوات الميكانيكية والأجهزة الكهربية. فعندما عملت وبعض الطلبة على بناء جهاز تجربة، ملأه الشغف والحماس، حتى إنه كان كثيرًا ما يمر علينا لمتابعة تقدُّمنا، ومعرفة المزيد عنه. شجَّع مارتن التفكير المستقل دائمًا، وبينما ساعد تلاميذه على سَلْك درب تحقيق أفكارهم، علَّمهم أيضًا أن يكونوا واقعيين بشأن ما يمكن تحقيقه، فضلًا عن المضي قدمًا إذا تعثرت خطاهم في حل مسألة ما. وقد ساعدتنا توجيهاته في المختبر وفي الحياة على حد سواء.

كانت لمارتن معاييره المرتفعة بشكل استثنائي، فهو الباحث المبدع الذي لم يسع قط لنيل الأوسمة، والألقاب، وتعبيرات الإجلال، لكنه حظي باحترام الجميع. ولم يقابله أحد قط، إلا وعرف عنه البساطة والصدق، وكلماته التي ذكرها في سيرته الذاتية حتى حصوله على جائزة «نوبل» هي خير دليل على صدق هذا الكلام، حيث قال: «لقد كنت محظوظًا...». ■

فاليري هاليو عالمة زائرة في قسم الفيزياء التجريبية عالية الطاقة بجامعة برينستون في نيوجيرسي بالولايات المتحدة الأمريكية. حصلت على درجة الدكتوراة تحت إشراف مارتن بيرل في جامعة ستانفورد في كاليفورنيا، بدءًا من 1997 إلى 2001.
البريد الإلكتروني: valerieh@princeton.edu

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أنبـاء وآراء

علم المياه نضوب مخزون المياه الجوفية يُضْعِف صمود البشر أمام مواجهة شح المياه **ص. 70**

الفيزياء التطبيقية شريحة معدنية على ركيزة مرنة تُظْهِر حساسية في الكشف عن الاهتزازات الميكانيكية **ص. 72**

علم المواد هُلام مصنَّع يحاكي خصائص الغضروف المفصلي؛ الذي يُبطِّن مفاصل العظام **ص. 73**

علوم الأرض

حركة المحيط.. والتغير المناخي السريع

ترجح بيانات عالية الدقة عن حركة دوران مياه المحيط أثناء آخر دورة جليدية أنْ تكون مياه شمال الأطلسي العميقة ونقل الحرارة المرتبط بها ربما كانا أكثر استقرارًا عما كان يُعتقد من قبل.



GEORGE F. MOBLEY/NATL GEOGR./GETTY

الشكل 1 | جبال جليدية تعوم متجاورة قرية أوجيبلاجتوك في جرينلاند. تشير دراسة[4] بوم وزملائه إلى أن الانفصال الضخم للكتل الجليدية العائمة التي صاحبت أحداثًا مناخية تُعرف باسم "أحداث هينريش الباردة" خفضت فرق الكثافة لمياه المحيط بشمال الأطلسي، إلى الحد الكافي لوقف تكوين مياه الأعماق فقط أثناء الأحداث القليلة التي تزامنت مع أشد الذُّرَى الجليدية. هذه النتيجة غير المتوقعة قد تكون لها تبعات بالنسبة إلى استجابة النظام المناخي لمياه ذوبان الجليد الناتجة عن الاحترار المناخي في خطوط العرض العليا.

إلين إي. مارتن

كشفت بيانات عيّنات الجليد المأخوذة من حفر بجرينلاند في ثمانينات القرن العشرين عن تناوب فترات باردة ودافئة وقعت في غضون آخر عصر جليدي[1]، امتد فيما بين 70 ألف إلى 17 ألف سنة مضت. تشير دراسات لاحقة إلى أن تلك التقلبات المناخية الألفية كانت مرتبطة بتغيرات في تكوُّن مياه الأعماق في شمال المحيط الأطلسي[2] وحركتها، التي ترافق نقل المحيط للحرارة إلى خطوط العرض الشمالية العليا. وقد تم تحديد ثلاثة أنماط لحركة دوران المياه العميقة ومضاهاتها بأنظمة المناخ[3]. تشمل هذه الأنماط: تكون المياه العميقة بشمال الأطلسي وتدفقها، وهي كتلة الماء المهيمنة في الأطلسي أثناء الفترات الدافئة؛ ونظام حركة دوران للمياه أكثر بطئًا وضحالة أثناء الحقب الدافئة؛ وانقطاع تكوين المياه العميقة بشمال الأطلسي أثناء أحداث بالغة البرودة، وتكوين الأطواف الجليدية هي المعروفة باسم أحداث هنيريش الباردة (شكل 1). يقدم بوم وزملاؤه[4] مجموعات بيانات عالية الدقة لحركة دوران المياه القديمة بالمحيط، تدعو إلى التشكيك في وجود ثلاثة أنماط مميزة، وتتحدى فهمنا لاقتران المناخ بحركة دوران مياه المحيط على فترات زمنية ألفيّة.

لقد تمت صياغة مفهوم الأنماط المتعددة لحركة دوران مياه المحيط خلال آخر عصر جليدي من بيانات غير مباشرة مبنية على عناصر التغذية، مثل نظائر الكربون في رسوبيات بحرية قديمة، التي تشير إلى أن مياه شمال المحيط الأطلسي العميقة كانت حديثة التكوين، وبالتالي فإنها نبعت من مصدر محلي، خلال الفترات الدافئة.

اقتصرت المياه حديثة التكوين على أعماق ضحلة أثناء فترات أكثر برودة، وحلّت محلّها مياه أقدم منها تكوينًا، يُفترض أن مصدرها من المحيط الجنوبي، أثناء أحداث هينريش الباردة. وعلى الرغم من أن عناصر التغذية أمدّتنا بمعلومات غير مباشرة عن عمر كتلة الماء، إلا أنها قد تتغير عن طريق عمليات حيوية، ولا يمكن استخدامها في تحديد مصادر كتلة الماء، أو قوة حركة دوران المياه. وعلى النقيض من هذا، فإن نسبة نظائر النيوديميوم $(^{143}Nd/^{144}ND)$ ـ وتكتب ε_{Nd}، وانحراف هذه النسبة عن متوسط التركيب الكيميائي، المعروف باسم "الخزان الكوندريتي المنتظم" Chondritic Uniform Reservoir، وبأجزاء من عشرة آلاف جزء ـ هما كاشفان شبه تقليديان لكتلة الماء، يميزان ويفرقان بوضوح بين مياه الأعماق بشمال الأطلسي (ε_{Nd} نحو ‎-13.5؛ المرجع 5) والمياه التي مصدرها المحيط الجنوبي (ε_{Nd} نحو ‎-9؛ المرجع 6). وإضافة إلى ذلك.. فإن نسبة نظير البروتكتينيوم إلى نظير الثوريوم $(^{213}Pa/^{230}Th)$ ترصد قوة حركة دوران المياه، حيث إن النِّسَب الأعلى تشير إلى حركة دوران أبطأ.

تم تطبيق هذين النموذجين من النتائج على دراسات من شمال الأطلسي لآخر ارتفاع جليدي (ذروة آخر عصر جليدي، نحو 20 ألف سنة مضت) حتى عصر الهولوسين (11,700 سنة مضت، حتى يومنا هذا) وأوضحت الأنماط المتوقعة من دفء وبرودة وانقطاع أنماط حركة دوران مياه المحيط[7,8].

إن مجموعات البيانات عالية الدقة وعالية الجودة، التي أنتجها بوم وزملاؤه من موقع بمرتفَع برمودا في الشمال الشرقي من بحر سرقوسة، تعود بهذه السجلات وتمتد عبر آخر العصور الجليدية وبين الجليدية الأخيرة إلى ذروة الجليد قبل الأخيرة (منذ 140 ألف عام). وسمحت البيانات للباحثين أن يدرسوا حركة دوران مياه المحيط، وعلاقتها بتغير المناخ خلال الدورة الجليدية الأخيرة.

إن بيانات بوم وزملائه تكشف عن اثنتين من النتائج المدهشة. الأولى، أن نمط حركة الدوران البارد ـ مياه عميقة جنوبية المصدر، مصحوبة بتيار شمالي المصدر، سريع نسبيًّا في طبقة أكثر ضحالة من المحيط، تنقل حرارة أقل إلى خطوط العرض الشمالية العليا ـ موجود فقط أثناء الذُّرَى الجليدية التي وقعت في نهاية كل عصر جليدي (انظر شكل 1ب، المرجع 4). والثانية، أن نمط انقطاع حركة دوران المياه، المتوقع خلال كل أحداث هينريش

الباردة، الذي تم تعريفه بالوجود المتزايد للمياه العميقة جنوبية المصدر ومعدلات الدوران البطيئة، حدث فقط أثناء أحداث هينريش الباردة، التي تزامنت مرة أخرى مع أقصى امتداد للجليد (انظر شكل 1ج من المرجع 4). وعلى عكس المتوقع، فإن أكثر الفترات الباردة وأحداث هينريش الباردة اقترنت بالقيم الوسطى لـε_{Nd}، و ($^{213}Pa/^{230}Th$)، مما يرجح حدوثهما خلال انتقال تدريجي بين أنماط الانقطاع وبين الفترات الدافئة، وليس في خلال نمط بارد مميز لحركة دوران المياه ونقل حرارة المحيط، كما كان يُعتقد سالفًا.

تكمن أهمية هذا التكوين الانتقالي في الإيحاء بأن شمال الأطلسي استمر في إنتاج مياه عميقة، رغم الدليل على أن منطقة تكوين المياه العميقة الحديثة كانت مغطاة بالجليد. والأكثر غرابة، أنه عند انفصال جبل جليدي ضخم، فالمتوقع أن يكون قد جدَّد المياه السطحية في المناطق المصدرة للمياه العميقة. هذا التجديد يُعتقد أنه يخفض من فروق كثافة مياه المحيط التي تحرك مياه السطح بشمال الأطلسي إلى الأعماق.

ويبرز بوم وزملاؤه أن قوة تكوُّن مياه شمال الأطلسي المستمرة وتدفقها طوال التقلبات المناخية يشيران إلى أن هذا النمط من حركة دوران مياه المحيط ربما كان أكثر استقرارًا عند الاستجابة للمياه العذبة المضافة مما ترجِّح النماذج[9]. وعلى أساس هذا الاستقرار، يرى الباحثون أن تكوين مياه الأعماق في شمال الأطلسي ربما يكون أيضًا أقل عرضة للانقطاع، كاستجابة للمياه العذبة من ذوبان الجليد أثناء الاحترار العالمي الحديث، وهي العملية التي قد تقضي ـ في أقصى حالاتها ـ على نقل المحيط للحرارة باتجاه الشمال، وقد تسفر عن سيناريوهات جليدية شبيهة بالتي حدثت في فيلم هوليودي "يوم ما بعد الغد" *The Day After Tomorrow*.

رغم هذا.. فإن استجابة نظام المناخ للمياه العذبة المضافة في مناخ بارد قد تكون مختلفة جدًّا عنها في مناخ دافئ. وإن فكرة استمرار تكوُّن مياه عميقة في شمال الأطلسي وتدفقها أثناء آخر عصر جليدي ـ التي قدَّمها بوم وزملاؤه ـ تتطلب إعادة تقييم العلاقة بين حركة دورن مياه المحيط والمناخ على مقياس زمني ألفي. وفي نهاية المطاف، قد يساعدنا هذا في فهم الأسباب الجوهرية في تقلبات المناخ قصيرة الأمد.

وأخيرًا، هناك ملحوظة أخرى مثيرة للاهتمام نتجت من هذه الدراسة، وهي أنه في أثناء المراحل بين الجليدية وبين الباردة الماضيتين، كانت قيمة ε_{Nd} لمياه الأعماق بشمال الأطلسي غالبًا ما تقل كثيرًا عما هي عليه اليوم (- 15 إلى - 18، مقابل - 13.5 حاليًّا). وتتكون المياه العميقة حديثة التكون بشمال الأطلسي من مزيج من كتل ماء من شمال الأطلسي، بحصص نسبية لكل منها، استجابةً لتأثيرات المناخ المكانية . وأكثر هذه المياه ذات قيم ε_{Nd} أعلى من - 13.5، لكن الماء من منطقة بحر لابرادور ذات قيم أقل، مما يفسر كيف أن المياه العميقة بشمال الأطلسي هي كتلة الماء الأكبر ذات أقل ε_{Nd} قيمة[5]؛ وانخفاض ε_{Nd} يشير إلى إسهامات الأحوال الجوية للمادة القارية القديمة في مناطق المصدر.

يُعَدّ التركيب السابق للمياه العميقة بشمال الأطلسي عاملًا حاسمًا بالنسبة إلى إعادة تمثيل التغيرات في الحصص النسبية لمصادر المياه الشمالية والجنوبية على مر الزمن. لقد ساقت دراسات سابقة[10,11] الحجة على ثبات تركيب نظير النيوديميوم في المياه العميقة بشمال الأطلسي على امتداد فترات جليدية من تقلب المناخ، لكن قيم ε_{Nd} التي حددها بوم وزملاؤه بالنسبة إلى الفترات بين الجليدية وبين الباردة ترجِّح تغيُّر تركيب نظير النيوديميوم في المياه العميقة بشمال الأطلسي، وليس ثباته، مما يدعو إلى مراجعة الحصص النسبية للمياه شمالية المصدر وجنوبية المصدر عبر الزمن، وتأثيرها على نقل الحرارة. ■

إلين إي. مارتن من قسم الجيولوجيا في جامعة فلوريدا، جينسفيل، فلوريدا 32611، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: eemartin@ufl.edu

1. Dansgaard, W. *et al. Nature* **364,** 218–220 (1993).
2. Bond, G. *et al. Nature* **365,** 143–147 (1993).
3. Ramstorf, S. *Nature* **419,** 207–214 (2002).
4. Böhm, E. *et al. Nature* **517,** 73–76 (2015).
5. Lacan, F. & Jeandel, C. *Geochem. Geophys. Geosys.* **6,** Q12008 (2005).
6. Jeandel, C. *Earth Planet. Sci. Lett.* **117,** 581–591 (1993).
7. McManus, J., Oppo, D. & Cullen, J. *Science* **283,** 971–975 (1999).
8. Roberts, N. L., Piotrowski, A. M., McManus, J. F. & Keigwin, L. D. *Science* **327,** 75–78 (2010).
9. Manabe, S. & Stouffer, R. J. *J. Clim.* **1,** 841–866 (1988).
10. van de Flierdt, T., Robinson, L. F., Adkins, J. F., Hemming, S. R. & Goldstein, S. L. *Paleoceanography* **21,** PA4102 (2006).
11. Foster, G., Vance, D. & Prytulak, J. *Geology* **35,** 37–40 (2007).

الخلايا الجذعية

دليل تصميم الخلايا متعددة القدرات

يمكن الحصول على الخلايا الجذعية متعددة القدرات، القادرة على توليد جميع أنواع الخلايا، من خلال هندسة الخلايا مكتملة النمو وراثيًّا. وقد أدَّى التحليل المتعمق لهذه العملية إلى اكتشاف نوع جديد من الخلايا متعددة القدرات.

جن وو، وخوان كارلوس إيزبيسوا بيلمونتي

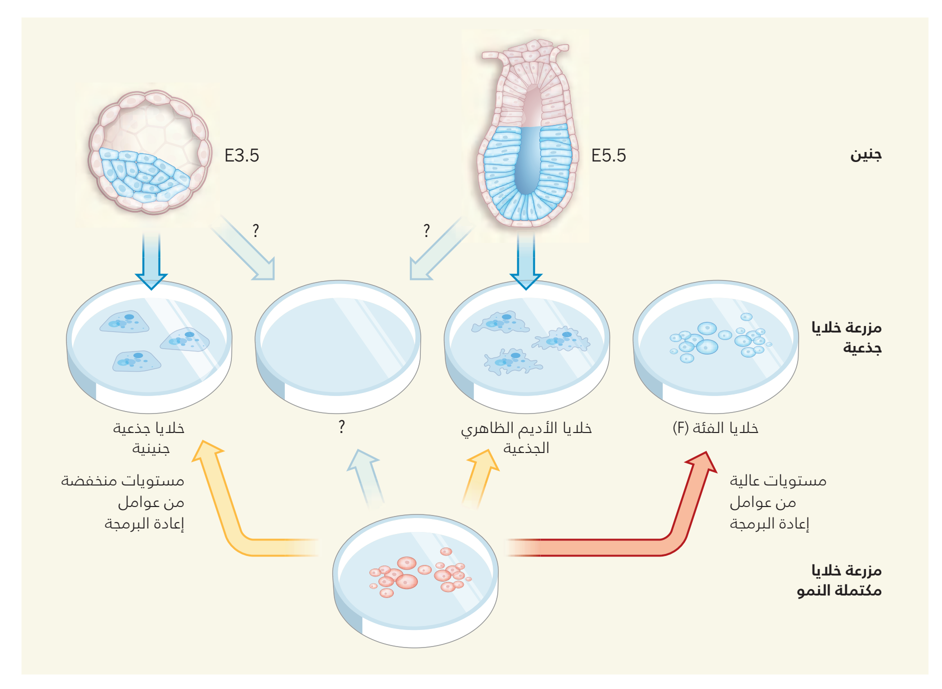
تُعَرَّف صفة تعدد القدرات على أنها قدرة الخلية على توليد جميع أنواع الخلايا المختلفة فى الكائن الناضج، وهي خاصية مؤقتة تحدث خلال النمو الجنيني المبكر. يمكن فصل نوعين مختلفين من الخلايا متعددة القدرات من الأجنة وإكثارهما فى مختبر[1-4] – الخلايا الجذعية الجنينية، ونوع آخر من الخلايا الممهدة للتمايز، وتُعرف بخلايا الأديم الظاهري الجذعية. وبالإضافة إلى ذلك.. هناك خليط معروف من عوامل النسخ، يُسمى عوامل إعادة البرمجة الخلوية، يمكنه إعادة تفعيل حالة تعدد القدرات حين تنشط فى خلايا ناضجة، مما ينتج نوعًا من الخلايا يُسمى بـ"الخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات" iPSCs[5-7]. وإضافة إلى أنواع الخلايا متعددة القدرات المعروفة[5,8]، فتوليد الخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات ينتج مجموعة متنوعة من الخلايا المتميزة، مما يلمح إلى وجود حالات من تعدد القدرات لم تُكتشَف بعد. وتكشِف الآن مجموعة من خمس ورقات علمية (توجد اثنتان فى هذا العدد[9,10]، وثلاث فى دورية *Nature Communications*[11–13])، عن ناتج متعدد القدرات بديل لعملية إعادة برمجة الخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات: خلايا الفئة F (شكل 1).

تُعَدّ هذه الأبحاث الخمسة جزءًا من تعاون دولى أُطلق عليه "المشروع العظيم" Project Grandiose، الذي أقدم فيه الباحثون على إعادة تحليل عملية برمجة الخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات من منظور حيادي. اعتقد أولئك الباحثون أنه بالتوثيق المكثف للتحولات الخلوية والجزيئية التى تحدث عند كل مرحلة من العملية، سيصبح بإمكانهم توفير كل من خريطة الطريق الشاملة الأولى لإعادة برمجة الخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات، وتفسير ظهور أنواع أخرى غير معرفة من الخلايا متعددة القدرات خلال عملية إعادة البرمجة، تلك الأنواع التى تم تجاهلها من قِبَل أغلب الدراسات السابقة.

فى الدراسة الأولى، قام تونجي وزملاؤه[9] بتعريف خلايا الفئة F ـ سُميت كذلك بسبب الشكل المجعد غير المعتاد للمستعمرات التى تكوِّنها ـ على أنها نوع منفصل من الخلايا متعددة القدرات، المختلفة عن الخلايا الجنينية الجذعية، وخلايا الأديم الظاهري الجذعية. يعتمد الإبقاء على خلايا الفئة F على استمرار تعبير عوامل إعادة البرمجة بمستوى عال. فى طرق إعادة البرمجة العادية، تقوم العوامل التي يعبر عنها في الخلية المضيفة بإسكات التعبير عن الجينات المضافة (الجينات المنقولة) فور تحقق حالة تعدد القدرات، وبالتالى لم يكن ممكنًا اكتشاف خلايا الفئة F في هذه التجارب. وقد استخدم الباحثون طريقة إعادة برمجة لا تعتمِد على عوامل الخلية المضيفة، مما مكَّنهم من تجنب إسكات الجينات الخارجية، وهو ما سمح بتعبير مستمر عالي المستوى لعوامل إعادة البرمجة[14].

يُرجِع تونجي وزملاؤه الشكل المجعد لخلايا الفئة F إلى قدرتها المنخفضة على الالتصاق، التي تعمل بجانب قدرة الخلايا على الانقسام السريع، فتجعل الخلايا أكثر قابلية للإنتاج على مستوى أكبر من الخلايا الجذعية الجنينية. تُعتبَر تلك الخاصية مرغوبًا فيها للعلاجات المعتمدة على استخدام الخلايا، التى تتطلب كميات كبيرة من أنواع محددة من الخلايا. فعلى سبيل المثال.. يمكن اشتقاق خلايا بنكرياسية من النوع بيتا، التى تخزن وتفرز الإنسولين، من الخلايا متعددة القدرات، وقد تُستخدَم فى علاج مرضى السكري[15]. ومع ذلك.. فإن اعتماد الخلايا المجعدة على جينات منقولة قد يسبب مشكلة في سبيل اعتمادها كبديل آمن في التطبيقات العلاجية، لأن الطفرات الناتجة عن إدخال الجين المنقول بشكل غير صحيح فى الجينوم، أو من التثبيط غير المكتمل لعوامل إعادة البرمجة حين تبدأ الخلايا فى الانقسام، قد تؤدي في النهاية إلى تكوُّن الأورام.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الشكل 1 | النكهات المختلفة لتعدد القدرة الخلوية. تم الحصول على نوعين من الخلايا الجذعية متعددة القدرات من أجنة الفئران في وقت مبكر من تكوُّنها؛ لإكثارها في المختبر – الخلايا الجذعية الجنينية ES من الأجنة في عمر ثلاثة أيام ونصف يوم (E3.5)، وخلايا الأديم الظاهري الجذعية EpiSCs من الأجنة في عمر خمسة أيام ونصف يوم E5.5. تَظْهَر الخلايا متعددة القدرات في كل جنين باللون الأزرق على الرسم. ويمكن أيضًا الحصول على هذين النوعين من الخلايا مكتملة النمو عن طريق إعادة البرمجة الخلوية باستخدام مستويات منخفضة من عوامل إعادة البرمجة. حلَّلت خمس ورقات بحثية[13-9] من "المشروع العظيم" التفاصيل الجزيئية لعملية إعادة البرمجة الخلوية، وكشفت عن نوع جديد من الخلايا متعددة القدرات، سُمي بخلايا الفئة (F)، الذي ينتج عن استمرار تعبير عوامل إعادة البرمجة بمستوى عال. يلمِّح هذا الاكتشاف إلى إمكانية وجود حالات أخرى غير مكتشَفة من تعدد القدرات (مشار إليها بعلامات استفهام على الرسم)، يمكن إمّا هندستها معمليًّا، أو فصْلها من الأجنّة في وقت مبكر.

قد يكون أحد الحلول هو تحقيق استقرار حالة خلايا الفئة (F) مستقلة عن الجينات المنقولة، باستخدام جزيئات صغيرة. نجحت هذه الطريقة في تثبيت خلايا متعددة القدرات شبيهة بالخلايا البشرية متعددة القدرات[16,17]. يُظْهِر بحث تونجي وزملائه أن خلايا شبيهة بالخلايا الجذعية الجنينية تتحول إلى حالة خلايا الفئة (F) بعد تعرضها للتعبير القسري لعوامل إعادة البرمجة. وعلى العكس، فخلايا الفئة (F) يمكن تحويلها إلى حالة شبيهة بالخلايا الجذعية الجنينية باستخدام جزيئات صغيرة تقوم بتثبيط نشاط مجموعة من الإنزيمات، تُعرف بإنزيمات هيستون نازع الأسيتيل histone deacetylases، التي تقوم بتحوير عملية التعبير الجيني عن طريق إزالة جزيئات الأسيتيل من بروتينات الهيستون التي يتعبأ حولها الحمض النووي. تلك القابلية للتحول في اتجاهين يمكنها أن تؤدي إلى رؤية أوضح للكيفية التي تُثبِت بها حالة تعدد القدرات في الخلايا المختلفة.

في الدراسة الثانية، يحدِّد حسين وزملاؤه[10] المسارات الجزيئية المختلفة التي تؤدي إلى حالة تعدد القدرات، عن طريق إجراء تحليلات لعملية إعادة البرمجة، وهي الأكثر تفصيلًا حتى الآن. ومن ضمن نتائج الدراسة أيضًا، كشف المؤلفون عن محددات أساسية تفسر ظهور الخلايا الجذعية الجنينية الشبيهة أو حالة خلايا الفئة (F). يعتمد حدوث حالة خلايا الفئة (F) على تثبيط الجينات المعبَّر عنها في الخلايا الجذعية الجنينية. يتحقق هذا عن طريق تعديل جزيئي يرتبط بالتثبيط الجيني (إلحاق ثلاث مجموعات ميثيل ببقايا حمض أميني معين، ليسين 27، من بروتينات الهيستون H3). وبالعكس، فإن فقْد علامات مثيلة الحمض النووي الموروثة من الخلايا مكتملة النمو ضروري للخلايا، حتى تكتسب حالة شبيهة بحالة الخلايا الجذعية الجنينية، ولكن بعضًا من هذه العلامات يُحتفظ به في خلايا الفئة (F).

تتمِّم الثلاث دراسات الأخرى ما قام به حسين وزملاؤه، حيث توفر وصفًا وتحليلًا عميقًا للتغيرات التي تحدث في المسارات الجزيئية خلال عملية التحول إلى حالة تعدد القدرات، مما أنتج مجموعات كبيرة من البيانات المتوفرة مجانًا على الموقع www.stemformatics.org. حقق لي وزملاؤه[11] في التغيرات فوق الجينية (تلك التعديلات التي تحدث في الجينوم، وتؤثر على التعبير الجيني، دون المساس بتتابع قواعد الحمض النووي نفسه) التي تحدث خلال الانتقال إلى حالة تعدد القدرات. انتهى الباحثون إلى أن عملية مثيلة الحمض النووي لها دور فعال في إعادة البرمجة الخلوية لإنتاج خلايا جذعية محفزة متعددة القدرات، كما أنها تعمل كنقطة تحول فوق جينية بين الحالة الشبيهة بالخلايا الجذعية الجنينية وخلايا الفئة (F). قامت كلانسي وزملاؤها[12] بتحديد التغيرات الديناميكية في جزيئات الحمض الريبي الصغيرة ـ وهي جزيئات منظِّمة لعملية التعبير الجيني في مرحلة ما بعد النسخ ـ أثناء إعادة برمجة الخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات؛ ووجدت أن مجموعة محددة من جزيئات الحمض النووي متناهية الصغر تعزز من حالة تعددية القدرات الخلوية في خلايا الفئة (F). وأخيرًا، تبيِّن دراسة بينفينتو وزملائه[13] أن عملية إعادة ترتيب التعبير البروتيني تحدث على موجتين محددتين خلال إعادة البرمجة الخلوية. وأشار الباحثون إلى أن أنماط التعبير البروتيني تختلف بين الحالة الشبيهة بالخلايا الجذعية الجنينية، وحالة خلايا الفئة (F).

تُعَدّ تلك الأبحاث الخمسة المرحلة الأولى في طريقنا لفهم تعدد القدرات في خلايا الفئة (F)، ومن ثم استغلالها في التطبيقات العلاجية على النحو الأمثل. تستحق الآليات الجزيئية الداعمة لخلايا الفئة (F) والإشارات الأيضية المزيدَ من البحث، لأن الأنواع المختلفة من الخلايا متعددة القدرات تتطلب على الأرجح إشارات أيضية مختلفة[18]. ويَبقَى عدد من الأسئلة لم يُجَب عنها بعد، منها: هل من الممكن إنتاج خلايا بشرية من فئة (F) عن طريق إعادة البرمجة الخلوية، وهل يمكن الحصول على خلايا وظيفية منقسمة من خلايا الفئة (F)؟

يفتح "المشروع العظيم" آفاقًا جديدة للبحث باستيعابه للاصطناعية المتأصلة في عملية إعادة برمجة الخلايا الجذعية المحفزة متعددة القدرات. تُظهِر الأبحاث آنفة الذكر أن حالة ثالثة من تعدد القدرات يمكن هندستها في المختبر، وإمكانية وجود نتائج أخرى لعملية إعادة البرمجة (شكل 1). وإضافة إلى ذلك.. قد تكون هناك حالات أخرى من تعدد القدرات بالأجنة غير معروفة حتى الآن. وإذا كان هذا صحيحًا، سيكون مثيرًا للاهتمام تحديد إمكانية رصد تلك الحالات وإكثارها في المختبر. وللإجابة على تلك الأسئلة، فإن استخدام طريقة محايدة كتلك التى استخدمها تونجي وزملاؤه هي على الأرجح السياسة المثلى.

وبالنظر إلى المستقبل، فإن الخلايا الجذعية المصمَّمة خصيصًا لغرض معين ـ مثل إكثارها على نطاق واسع، أو الانقسام السريع المتزامن ـ يمكنها أن تصبح قريبًا واقعًا ملموسًا. ويضيف وجود حالات أخرى بديلة متعددة القدرات بُعْدًا جديدًا لما قد تقدمه الخلايا الجذعية المحفزة بمجال الطب التجديدي. والنتائج التى يقدمها "المشروع العظيم" تحث على المزيد من البحث؛ لاكتشاف وتسجيل كل أطياف الخلايا الجذعية متعددة القدرات المختلفة على المستويين الجزيئي والوظيفي، حتى يمكننا الاستفادة المثلى من قدرات تلك الخلايا. ■

جن وو، وخوان كارلوس إيزبيسوا بيلمونتي
يعملان بمعمل التعبير الجيني، معهد سالك للدراسات البيولوجية، لايولا، كاليفورنيا 92037، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: belmonte@salk.edu

1. Evans, M. J. & Kaufman, M. H. *Nature* **292,** 154–156 (1981).
2. Martin, G. R. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **78,** 7634–7638 (1981).
3. Brons, I. G. *et al. Nature* **448,** 191–195 (2007).
4. Tesar, P. J. *et al. Nature* **448,** 196–199 (2007).
5. Takahashi, K. & Yamanaka, S. *Cell* **126,** 663–676 (2006).
6. Shu, J. *et al. Cell* **153,** 963–975 (2013).
7. Montserrat, N. *et al. Cell Stem Cell* **13,** 351–350 (2013).
8. Han, D. W. *et al. Nature Cell Biol.* **13,** 66–71 (2010).
9. Tonge, P. D. *et al. Nature* **516,** 192–197 (2014).
10. Hussein, S. M. I. *et al. Nature* **516,** 198–206 (2014).
11. Lee, D. S. *et al. Nature Commun.* **5,** 5619; http://dx.doi.org/10.1038/ncomms6619 (2014).
12. Clancy, J. L. *et al. Nature Commun.* **5,** 5522; http://dx.doi.org/10.1038/ncomms6522 (2014).
13. Benevento, M. *et al. Nature Commun.* **5,** 5613; http://dx.doi.org/10.1038/ncomms6613 (2014).
14. Woltjen, K. *et al. Nature* **458,** 766–770 (2009).
15. Pagliuca, F. W. *et al. Cell* **159,** 428–438 (2014).
16. Gafni, O. et al. *Nature* **504,** 282–286 (2013).
17. Theunissen, T. W. *et al. Cell Stem Cell* **15,** 471–487 (2014).
18. Zhou, W. *et al. EMBO J.* **31,** 2103–2116 (2012).

اختيارات المحرِّرين لعام 2014

مقتطفات من مجموعة منتقاة من مقالات "أخبار وآراء"، نشرت في عام 2014.

صحة المجتمع

بكتيريا معوية غير ناضجة

إليزابيث كيه. كوستيلو، وديفيد إيه. ريلمان (*Nature* 510, 344-345; 2014)

تُعتبر القياسات الجسمانية، مثل نسبة الوزن للطول، المسجَّلة كنسبة مرجعية لمجموعة سكانية ما، أدوات لا غنى عنها في تقييم وعلاج نقص التغذية، لكنّ سابرامنيان وزملاءه رسموا مسارًا، معالمه الإرشادية الميكروبية مختلفة، للأطفال الصغار الذين يعيشون في حي ميربر العشوائي بمدينة دكا، في بنجلاديش. وعن طريق فحص المجتمعات البكتيرية لعينات البراز المأخوذة من 50 شخصًا يتناولون غذاء جيدًا، حدد الباحثون مؤشرَين لنضج مجهريات البقعة المعوية: النضج النسبي لتلك المجهريات، والفارق المعياري عن متوسط نسبة مجهريات البقعة إلى العمر. ومقارنةً بالأطفال الأصحاء، ظهرت المجهريات غير ناضجة في الأطفال سيئي التغذية بشكل واضح. وتحسنت نتائج نضج المجهريات لدى الأطفال في الفترة (2-3 أشهر) التالية للعلاج. ورغم ذلك.. فبعد هذه الفترة، فُقد جزء كبير من هذا النضج المستعاد. يمكن استخدام الطريقة التي قدمها الباحثون في تطوير المعايير العالمية، ومراقبة المجهريات المعوية في مرحلة الطفولة المبكرة، كنظام إنذار مبكر للمجهريات الخارجة عن مسارها.

Nature **510**, 417–421 (2014).

فيزياء المعجِّلات

الأمواج مواتية في "سلاك"

مايك داونر، ورافال جادزاج (*Nature* 515, 40–41; 2014)

في نوفمبر 2012، سجّلت موسوعة جينس للأرقام القياسية أن 120 راكبًا للأمواج في أستراليا اعتلوا الموجة نفسها في وقت واحد لأكثر من خمس ثوان. "البراعة كانت أنهم استطاعوا جميعًا فعل الشيء نفسه في الوقت ذاته. لقد جرى الأمر بدقة عملية عسكرية، استطعنا أخيرًا الوصول إليها". يذكر الآن أن ليتوس وزملاءه في عملهم بمختبر المعجلات الوطني "سلاك" SLAC استطاعوا أيضًا الوصول إلى الدقة نفسها، من خلال ركوب موجة نصف مليار من الإلكترونات ذات طاقة 20 مليار إلكترون-فولت، في موجة من الشحنات منحدرة الكثافة، بحجم العوالق النباتية البحرية، تتحرك خلال غاز متأين (بلازما). أتت الموجة مدفوعة من قِبَل حزمة إلكترونية مصاحبة، تندفع بسرعة تقترب من سرعة الضوء خلال غرفة طولها 30 سنتيمترًا مليئة بالبلازما. وعلى الرغم من أن هذه التجربة الافتتاحية فقدت حوالي 90% من الإلكترونات "الراكبة" خلال التجربة، إلا أن الإلكترونات المتبقية قيد الموجة اكتسبت طاقة بمقدار 1.6 مليار إلكترون-فولت في تطابق فريد، محافظةً على ما يقرب من 1% من الطاقة المنتشرة خلال التجربة، بينما استهلكت جزءًا غير مسبوق من طاقة الموجة (يصل إلى 30%). تبشِّر النتيجة بجيل جديد من "حارقات البلازما اللاحقة" المضغوطة، التي يمكن أن ترفع طاقة معجلات الجسيمات التقليدية، وربما تقلِّل من التكلفة الهائلة لأجهزة فيزياء الطاقات العالية.

Nature **515**, 92–95 (2014).



SYLVIE DEMOUCHY

علْم الأرض

حلقة مفقودة في ديناميّات الوشاح

جريج هيرث (*Nature* 507, 42–43; 2014)

تتحكم لزوجة الوشاح العلوى الأرض في عديد من العمليات، من إخماد الموجات الزلزالية، ومعدل تشوه السطح بعد حدوث الزلازل، إلى التدفق البطيء على مستوى الكرة الأرضية بأكملها، المرتبط بالحمل الحراري في الوشاح وديناميّات الصفائح التكتونية. هذه اللزوجة تفسَّر منطقيًّا بكونها معتمدة على الخواص الفيزيائية للأوليفين، المعدن الأكثر وفرة في الوشاح العلوي للأرض، وغيرها من الكواكب الصخرية (المريخ، والزهرة، وعطارد) والقمر. يصف كوردييه وزملاؤه كيف أن تقنيات جديدة لتحليل البنية المجهرية للحدود الحبيبية للزبرجد الزيتوني (مصورة) ساعدتهم في اكتشاف عيوب بلورية في هذا. تُعَدّ تلك النتائج ـ غالبًا ـ الأولى من نوعها للمواد الجيولوجية، ولها تبعات من حيث فهمنا للآليات التي تحكم ديناميات الوشاح.

Nature **507**, 51–56 (2014).

علم الأحياء النمائي التطوري

إما أن تستخدمها، أو تفقدها

باو-لين هوانج وسوزان مكيم (*Nature* 511, 34–35; 2014)

يتيح فقْد الأصابع التكيُّفي القيام بوظائف متخصصة، مثل الجري أو الطيران، وقد تطوَّر مصاحبًا لهذه الوظائف بصورة متكررة، لكن الآليات النمائية التي تكمن وراء الانحراف عن حالة الخمسة أصابع الأساسية غير واضحة. يرجع ذلك بشكل جزئي إلى صعوبة فحص أجنة الحيوانات التي لا تُدرس عادةً فى المختبر. وجد كوبر وزملاؤه أنه في القوارض jerboas ذات الثلاثة أصابع، تتمدد مناطق الموت المبرمج للخلايا لتشمل البراعم الأولية للإصبعين الأول والخامس، وأن الجِمال والخيول تستخدم أيضًا آليات مماثلة لتقليل عدد أصابعها، لكن آلية موت الخلايا لا تتغير في بعض الحيوانات ذوات الحوافر. وبدلًا من ذلك.. رأى كوبر ولويز-ريوس وفريقيهما أن التعبير المنخفض للجين *Ptch1* هو الأساس لفقد الأصابع في الأبقار والخنازير، على الرغم من الاختلاف في مدى اختزال الأصابع. والتحليل الأعمق للآليات المتعددة، المؤدية إلى نتائج مماثلة في أعضاء أخرى يتطلب تحديدًا للأنسجة المختصة بالتنظيم للجينات المرشحة للفحص.

Nature **511**, 41–45, 46–51 (2014).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

365 يومًا:
السَّنة من منظور العِلْم

علْم الأعصاب

العشوائية المنظمة في نغمات الغزل عند ذباب الفاكهة

بينس بي. أولفسكي (*Nature* 507, 177–178; 2014)

يمكن لأغاني الحب المنظومة ببراعة أن تكون بابًا للنجاح في التناسل، سواء أكنتَ عضوًا في فريق "البيتلز" الغنائي، أو واحدًا من الحيوانات الكثيرة التي تغازل رفاقها من الجنس الآخر عن طريق الغناء. تغيِّر غالبية الحيوانات من أنماط غناء التكاثر، لكن الكيفية التي ينجح بها المخ في خلق هذا التنوع تظل غامضة. ولتفسير هذا الأمر، ركَّز كوين وزملاؤه على أغنية ذكر ذبابة الفاكهة. وكما صنع "البيتلز" نجاحه المهني عن طريق الانتقال بين كلمات "أحبك"، "أنا"، "هي"، "حبيبي" بطرق مختلفة، كذلك يتنقل ذكر ذبابة الفاكهة بين النمطين "الزاوي" و"النبضي" في الغناء. اكتشف الباحثون أن خبرة الذكر البصرية بحركات الأنثى تشكل أغنيته من خلال الدوائر العصبية التي تتحكم في الحركة. والواقع أن الطريقة المثلى للتنبؤ بتركيب نغمة الغزل ليست عن طريق حركات الأنثى، بل حركات الذكر المغنِّي نفسه. والصورة النهائية التي يمكن استنتاجها من هذا كله واحدة، حيث يؤدي ذكر الذبابة فقرة متكاملة من الرقص والغناء، تلهمه بها حركات شريكته. وتوضح هذه الدراسة أن التحليل الدقيق يمكنه أن يركِّز أنماطًا سلوكية تبدو معقدة ولا يمكن التنبؤ بها في شكل مجموعة من القواعد البسيطة والتحولات الحسية الحركية.

Nature **507**, 233–237 (2014)

SOLVIN ZANKL/VISUALS UNLIMITED/SPL

علوم الأرض الحيوية

عَجْز مثير للقلق في ميزانية أفريقيا للغازات الدفيئة

شيخ مباو (*Nature* 508, 192–193; 2014)

يُعَدّ الحصول على تقديرات سليمة لمعدلات انبعاث وعزل الغازات الدفيئة واحدًا من أهم التحديات التي تواجه محاولات الحدّ من التغير المناخي. كتب فالينتيني وزملاؤه في دورية "بايوجيوسانسز" *Biogeosciences* عما توصلوا إليه بعد خوض تحدي تقديم تقييم شامل للغازات الدفيئة في أفريقيا. وحتى الآن، كان الرأي العلمي يقضي بأنه يمكن لأفريقيا عزل أو تقليل انبعاث الكربون، إذا توقفت عملية إزالة الغابات واسعة المساحات، أو إذا أمكن زيادة غطاء الأشجار والغابات، عن طريق الحفاظ على ممارسات سليمة ومستدامة بيئيًّا، مثل الحراجة الزراعية (**الصورة**)، وإدارة المزارع. اتفق الباحثون على كون أفريقيا حوضًا صغيرًا مليئًا بالكربون على نحو جدول زمني سنوي، لكن ما أثار الدهشة كان اكتشافهم أن أفريقيا قد تكون مصدرًا للإجبار الإشعاعي radiative forcing (إعادة توجيه الحرارة مرة ثانية إلى سطح الأرض بواسطة جزيئات الغازات الدفيئة) حين يتم إدراج غازَي الميثان وأكسيد النيتروز ـ وهما من الغازات الدفيئة ـ ضمن الحساب السنوي. ويمكن لهذه الدراسة أن تشكل نقطة تحوُّل في تصميم برامج مكافحة التغير المناخي في أفريقيا.

Biogeosciences **11**, 381–407 (2014).

JAKE LYELL/ALAMY

المجموعة الشمسية

تقطعت به السبل في المنطقة المحرَّمة

ميجان إيه. شوامب (*Nature* 507, 435–436; 2014)

بعد مرور عقد من الزمن على اكتشافه، يظل "سِدنا" Sedna واحدًا من أغرب الأجسام في المجموعة الشمسية. هذا الجسم الثلجي البعيد له مدار شديد اللامركزية، يبلغ طوله حوالي 1,000 وحدة فلكية. ويبعد بمقدار 76 وحدة فلكية عن الشمس عند أكثر نقاط اقترابه منها، أي "الحضيض الشمسي". يبعد المدار عن نبتون، الواقع عند مسافة 30 وحدة فلكية، كما يبعد تمامًا أيضًا عن حافة المجموعة الشمسية، حيث تقع سحابة أورت (وهي مستودع للمذنبات ذات الفترات المدارية الطويلة) على مسافة تبلغ حوالي 10,000 وحدة فلكية. ورغم العثور على أجسام أخرى مرشحة يُحتمل قيامها بدوره، ظَلّ "سِدنا" وحده العضو المؤكد في نموذج مقترَح يفيد بوجود سحابة أورت داخلية بعد 70 وحدة فلكية. أعلن تروجيللو وشيبرد عن اكتشاف جسم يسمى 2012 VP_{113}، لينضم بذلك إلى "سِدنا" كثاني عضو مؤكد في سحابة أورت الداخلية. تشير تلك النتائج إلى وجود مجموعة من الأجسام الثلجية، تتراوح في حجمها من عدد ضئيل إلى ألف كيلومتر.

Nature **507**, 471–474 (2014).

منتدى النقاش البيولوجيا التخليقية

استكشاف الهندسة الحيوية

(*Nature* 509, 166–167; 2014)

الهدف من البيولوجيا التخليقية هو الهندسة الحيوية لكائنات تقوم بوظائف ذات نفع. يشمل هذا تعديل وإعادة تجميع مكونات بيولوجية. ويُعرَض رأيان حول الطريقة المثلى لهندسة تلك المكونات، بحيث يمكن الاعتماد عليها في إنتاج كائنات بالصفات المرجوَّة.

التفكر في الطبيعة

باميلا إيه. سيلفر، وجيفري سي. واي

كان تعريف الجين في البداية هو: الوحدة البيولوجية الأساسية، لكن كشفت معالجة الحمض النووي عن مستويات مذهلة من النمطية التي تمتد إلى كثير من العناصر الخلوية التنظيمية الأخرى. إن حلم المصمم العقلاني هو فهم تلك الوحدات النمطية بتفصيل كافٍ؛ لتمكينه من تجميعها منطقيًّا، تمامًا كما يفعل المهندس حين يبتكر آلة لغرض معين. هناك بالفعل قصص نجاح في ذلك، منها ـ على سبيل المثال ـ تجميع دوائر جينية بسيطة تعتمد على وجود حالتين مستقرتين في النظام.

التطور لغرض ما

فرانسيس إتش. أرنولد، وجوزيف تي. مايرويتز

لم يتمكن علماء البيولوجيا التخليقية بعد من ابتكار إنزيم أو مسار تخليقي حيوي يمكن مقارنته بمخرجات هندسة الطبيعة. والسبب بسيط.. ففي البيولوجيا نجد أن التفاصيل مهمة بشدة، ونحن لا نفهم التفاصيل. ولن يتحرك التصميم المنطقي إلى الأمام، إلا بتحسُّن فهْمنا لتفاصيل البيولوجيا بشكل جذري. ومن حسن الحظ أننا لسنا مضطرين للانتظار، فالتطور هو أداة مجرَّبة زمنيًّا، تعمل على هندسة التفاصيل، ويمكننا استخدامها في المختبر؛ لتلافي جهلنا الواضح بالكيفية التي تنتج بها وظيفة ما عن تسلسل جيني معين. ■

علم المياه

حينما تنضب الآبار

يكشف تحليل عالمي عن الاعتماد المتزايد للمجتمعات على استخدام موارد المياه غير المتجددة، الأمر الذي يقود إلى نضوب مخزون المياه الجوفية، ويضعِف مِن صمود البشر في مواجهة شح المياه في عالم يزداد احترارًا.

ريتشارد تايلور

لا يشكِّل تَراجُع مخزون المياه العذبة في عديد من أجزاء العالم مثار اهتمام كبير للأبحاث العلمية فحسب، بل يشكل كذلك موضوعًا ذا أهمية اجتماعية بالغة. توفر التقارير التي تتناول نضوب المياه الجوفية[1,2] وتراجع مستويات المياه في الأنهار والبحيرات[3] أدلة قاطعة على تجاوز درجة استخدام المياه العذبة لمقدار الإمدادات المتجددة، غير أن تحديد كمية إمدادات المياه العذبة واستخدامها حول العالم يمثل تحديًا فنيًّا كبيرًا. يقدر ويدا، وبيركنز[4] في بحثهما المنشور في دورية "إنفايرومنتال ريسيرش لترز"، الذي يُعَدّ واحدًا من أكثر التحليلات شمولًا، مقدار إمدادات المياه العذبة واستخدامها في الفترة ما بين عامي 1960 إلى 2099. ويستخدم هذان المؤلفان السجلات التاريخية والتنبؤات المستقبلية التي تتضمن تغييرات جوهرية ديموغرافية، وأخرى ذات صلة بالمناخ يُتوقع حدوثها في هذا القرن. كما يكشف تحليلهما عن زيادة مضطردة في الاستخدام غير المتجدد للمياه العذبة في شتى أنحاء العالم، الأمر الذي ينبغي أن يصبح مثار قلق عالمي.

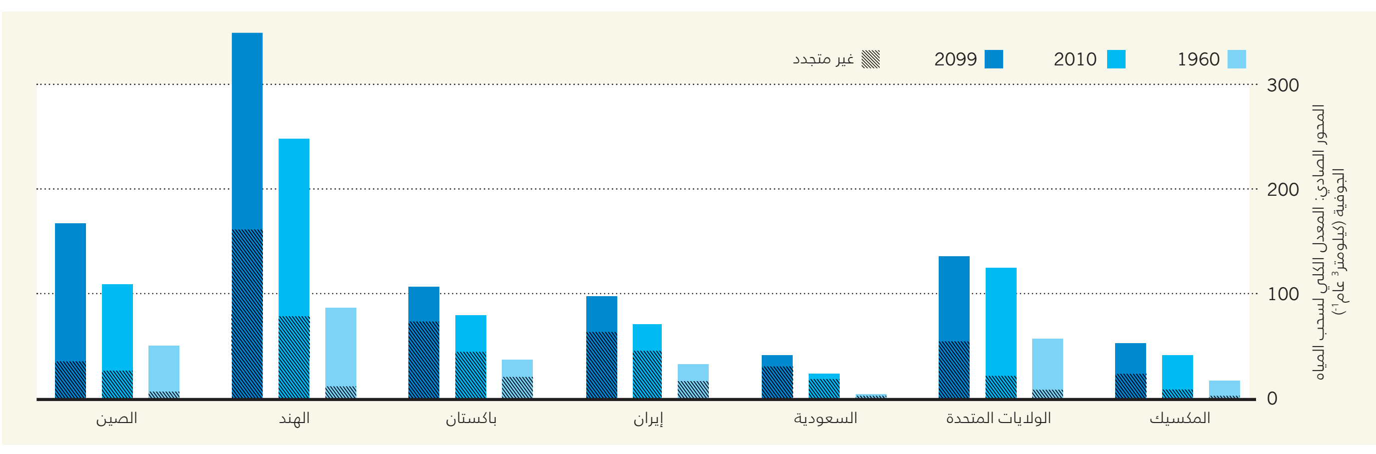
يستهلك الري 70% من كميات المياه العذبة المسحوبة في جميع أنحاء العالم[4]. كما شَكَّل التوسع الكبير في مساحة الأراضي الزراعية المروية السبب الرئيس في حدوث الثورات الخضراء في نصف القرن الماضي، وتسببت هذه الثورات في زيادة مهولة في إنتاج الغذاء، وبصورة خاصة في الولايات المتحدة وآسيا. ولأن عمليات الري تعيد توزيع المياه العذبة التي يتم سحبها من المكامن المائية والأنهار والبحيرات إلى اليابسة، فإن ذلك يؤدي إلى تغيُّر موازين المياه الإقليمية، عن طريق زيادة الاستخدام الاستهلاكي للمياه العذبة بواسطة التبخر الكُلِّي.

يمكن أن تتسبب عمليات الري المكثفة في نضوب موارد المياه العذبة. وبالنسبة إلى البحيرات والأنهار التي تتم تغذيتها بالمياه بواسطة هطْل الأمطار في الوقت الحاضر، نجد أن مقدار النضوب يتقيد بأحجامها الكلية المحدودة[5] (حوالي 93,000 كم مكعب في جميع أنحاء العالم)، وبالأثر الجلي للإفراط في استخدام هذه الموارد. وعلى النقيض مما سبق، تمكن موارد المياه الجوفية، التي تعتمد على هَطْل الأمطار على امتداد فترات تتراوح ما بين أعوام إلى عقود، أو حتى على مدى آلاف الأعوام، من الاستخدام المكثف غير المتجدد بسبب ضخامة أحجامها الشاسعة (التي تصل إلى 10,500,000 كيلومتر مكعب) وتوزعها[5]، لأن آثار الإفراط في استخدامها تخفى على الأعين إلى حد بعيد. وتتميز دراسة ويدا وبيركنز على الدراسات السابقة بتضمينها للاستخدامات غير المتجددة للمياه الجوفية والسطحية بصورة واضحة.

قام المؤلفان بتجميع أكثر التقديرات تفصيلًا للتغيرات في الاستخدامات الزراعية، والصناعية، والمنزلية للمياه العذبة في جميع أنحاء العالم باستخدام نطاق واسع من المصادر. والأمر ذو الأهمية الكبرى هو وضع هذه التقديرات للتدفق المائي المرتجع من عمليات الري، ولإعادة تدوير المياه من عمليات السَّحْب الصناعية والمنزلية في الحسبان. قام المؤلفان بعد ذلك بمقارنة الاستخدام البشري للمياه العذبة بتقديرات لإمدادات المياه العذبة المشتقة من النموذج المائي العالمي، ومن إسهامات عمليات تحلية المياه في المناطق الساحلية. كما وضعا في تقديرهما التوقعات المستقبلية لإمداد المياه العذبة التي تصطحب معها تأثير التغير المناخي بصورة لا لبس فيها. تم تمثيل هذه التوقعات بخمسة نماذج مناخية تستخدم سيناريو "الطريق الوسط" الذي يتوقع أن يزيد الاحترار العالمي بمقدار 4 درجات مئوية بنهاية القرن. قام الباحثان بعد ذلك بمقارنة إمداد المياه العذبة المتوزعة واستخدامها؛ لكي يعرفا نسبة الاستخدام الاستهلاكي المبنِي على سَحْب المياه الجوفية غير المتجددة، وعلى الافراط في سَحْب المياه السطحية. في هذا السياق، يُعَرَّف سَحْب المياه الجوفية غير المتجددة على أنه استخدام المياه الجوفية الذي يزيد عند إعادة التغذية بواسطة الشحن، بينما يُعرَّف الإفراط في استخلاص المياه السطحية على أنه كمية التدفق المائي البيئي التي حُرمت من الوصول إلى الأنظمة البيئية المائية، بسبب الاستخدام الاستهلاكي.

تكشف دراسة ويدا وبيركنز عن زيادة الاستخدام العالمي غير المتجدد للمياه العذبة بنسبة 50% بين عامي 1960 و2010. وترجع هذه الزيادة بصورة رئيسة إلى التوسع في عمليات الري في الولايات المتحدة، والصين، والهند، وباكستان، والمكسيك، والسعودية، وشمالي إيران. والأمر المهم هنا هو أن هذه الزيادة تُعزَى بصورة رئيسة إلى السَّحْب غير المتجدد للمياه الجوفية (الشكل 1). ونتيجة لما سبق، تقول التقديرات الحالية إن المياه الجوفية مسؤولة عن نسبة 50% من عمليات سحب المياه العذبة في العالم. كذلك تدل التنبؤات المستقبلية على أن التغير المناخي سيفاقم من استخدام المياه العذبة غير المتجددة في منطقة البحر الأبيض المتوسط، وجنوب أفريقيا، والولايات المتحدة، والمكسيك، وفي الشرق الأوسط. وعلى الصعيد العالمي، يتوقع كذلك أن يزيد استخدام المياه العذبة غير المتجددة بمقدار الثلث في نهاية القرن الواحد والعشرين، كما يتوقع أن يمثل هذا الاستخدام 40% من الاستهلاك البشري للمياه. كذلك تدل التنبؤات على أن هذه الزيادة الإضافية ستأتي بصورة رئيسة من عمليات السَّحْب من المياه الجوفية غير المتجددة.

وهناك ثمة نواقص مهمة لهذا التحليل.. أولًا، فمصادر المياه العذبة المتجددة في المناطق الاستوائية، وبالأخص في أفريقيا، غير ممثلة بصورة جيدة في النموذج المائي العالمي. كما أن تفريغ الأنهار في بعض الأحواض في هذا النموذج يفوق بمقدار مرتين أو ثلاث مرات ما تمت ملاحظته[6] في الواقع؛ الأمر الذي يعكس على الأرجح وجود تقدير منخفض بصورة ممنهجة لعملية التبخر الكلي في المناطق الاستوائية. ثانيًا، لا تضع تقديرات سَحْب المياه الجوفية الكيفية التي ترفع



الشكل 1 | السجلات التاريخية والمتوقعة لسَحْب المياه الجوفية في البلدان ذات الاعتماد الكبير على الريّ في العالم. يوضح الرسم البياني المعدل الكلي لسحب المياه الجوفية بصورة عامة، ومعدل سحب المياه الجوفية غير المتجددة في الهند، والولايات المتحدة، والصين، وباكستان، وإيران، والمكسيك، والسعودية، حسب تقديرات ويدا وبيركنز[4]، لأعوام 1960، و2010، و2099. وهذه البلدان مسؤولة عن 74% من سَحْب المياه الجوفية في عام 2010. وفي الفترة ما بين عامي 1960 و2010، زادت النسبة المقدَّرة لسَحْب المياه الجوفية غير المتجددة في كل هذه البلدان، فيما عدا باكستان، حيث ظلت النسبة ثابتة عند قيمة 58% المرتفعة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بها المستويات المتراجعة للمياه العذبة، بسبب تزايد عدم تجدُّد هذه الموارد من تكلفة جلب المياه الجوفية إلى السطح، الأمر الذي يحصر إمكانية استغلالها على القادرين على تحمُّل نفقات حفر الآبار العميقة في الاعتبار. ثالثًا، إنتاج تنبؤ مستقبلي واحد لإمداد المياه العذبة ولاستخدامها بالاعتماد على متوسط نتائج خمسة نماذج مناخية متباينة يخفي درجة عدم اليقين في تأثيرات التغير المناخي. رابعًا، لا يضع هذا التحليل في اعتباره جودة المياه، ولا الكيفية التي قد يخفض بها تدوير المياه العذبة من السحب الزراعي، والصناعي، والمنزلي من إمداد المياه العذبة، بدلًا من تعزيزها. ورغم ما سبق، لا تضعف هذه النواقص من سلامة الخلاصة المركزية للمؤلفين بشأن الاعتماد المتزايد للبشر على استخدام الموارد غير المتجددة.

تتسبب الزيادة في استخدامنا لمثل هذه الموارد في نضوب المياه الجوفية المخزونة، كما تضر بعمل الأنظمة البيئية الحيوية التي تحافظ على استمرارية المصايد السمكية والخدمات الحيوية الأخرى. وبالفعل، يتسبب نضوب المياه الجوفية ـ الذي تمت ملاحظته في الوقت الحالي في بعض المناطق الزراعية الرئيسة[1] ـ في تهديد إنتاج الغذاء على مستوى العالم. ويضعِف هذا النضوب أيضًا من صمودنا في وجه الزيادة المستقبلية في الطلب على المياه العذبة[4] وفي وجه الاحترار العالمي كذلك. وفي عالم يزداد احترارًا، تزيد شدة هَطْل الأمطار، التي تحدث الآن بشكل أقل، وأشد[7]. وسوف يتسبب الأثر الناتج عن فترات الجفاف الأطول، والتباين الأكبر في تفريغ الأنهار، في زيادة كبيرة للاعتماد البشري على المياه الجوفية المخزونة، في الوقت الذي تتراجع فيه مستويات هذه الموارد في عدد من المناطق، وعلى تخزين المياه السطحية، في الوقت الذي تخضع فيه أنظمة نهرية أصلًا للسدود[8].

ينبغي علينا أن نحسِّن من فهمنا لاستجابات تخزين المياه الجوفية وإعادة شحنها لزيادة شدة هَطْل الأمطار، التي يُتوقع أن تكون على أشدها في المناطق الاستوائية[7]. وفي الحقيقة، تمثل المناطق الاستوائية الموضع الذي يُتوقع أن تصل فيه الزيادة في استخدام المياه العذبة إلى الدرجة القصوى[4]. وينبغي كذلك أن نقلل من الاعتماد البشري على الموارد غير المتجددة للمياه العذبة، عن طريق استخدام أكثر فعاليةً للمياه، خصوصًا في عمليات الري، وعن طريق مقايضة "المياه الافتراضية"[9]، التي تؤدي إلى خفض استخدام المياه العذبة بواسطة استيراد الغذاء والمنتجات الأخرى. وإذا ما مضينا قدمًا في مسارنا الحالي؛ "فإننا سنستبين قيمة الماء حينما تجف البئر"[10]. ■

ريتشارد تايلور يعمل في قسم الجغرافيا، كلية لندن الجامعية، لندن، WC1E 6BT، بريطانيا.
البريد الإلكتروني: richard.taylor@ucl.ac.uk

1. Famiglietti, J. S. *Nature Clim. Change* **4,** 945–948 (2014).
2. Gleeson, T., Wada, Y., Bierkens, M. F. P. & van Beek, L. P. H. *Nature* **488,** 197–200 (2012).
3. Pala, C. *Science* **334,** 303 (2011).
4. Wada, Y. & Bierkens, M. F. P. *Environ. Res. Lett.* **9,** 104003 (2014).
5. Shiklomanov, I. A. & Rodda, J. C. (eds) *World Water Resources at the Beginning of the 21st Century* (Cambridge Univ. Press, 2004).
6. Wada, Y., Wisser, D. & Bierkens, M. F. P. *Earth Syst. Dynam.* **5,** 15–40 (2014).
7. Allan, R. P., Soden, B. J., John, V. O., Ingram, W. & Good, P. *Environ. Res. Lett.* **5,** 025205 (2010).
8. Lehner, B. *et al. Front. Ecol. Environ.* **9,** 494–502 (2011).
9. Allan, J. A. *Groundwater* **36,** 545–546 (1998).
10. Franklin, B. *The Private Life of the Late Benjamin Franklin, LL.D* (J. Parsons, 1793).

ملاريا

كيف تتغلب ناقلات الملاريا على الحرارة

يكشف العدد الكبير للعينات الطولية للبعوض الناقل لمرض الملاريا في شبه الصحراء الأفريقية عن وجود ثلاثة أنواع، لا يمكن التمييز بينها من حيث الشكل، ولها استراتيجيات محددة للبقاء على قيد الحياة في موسم الجفاف.

نورا جي. بيسانسكي

أدَّى اتساع نطاق التدخلات ضد مرض الملاريا في العقد الماضي إلى خفض معدل الوفيات العالمي لهذا المرض بنسبة مؤثرة وصلت إلى 42%. ومع ذلك.. ما زال عدد الوفيات المرتبطة بالملاريا يتجاوز الـ600,000 حالة سنويًّا[1]، 90% منها في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، مما يعني أن مرض الملاريا مازال واحدًا من أهم مسببات الوفاة الناجمة عن الأمراض المعدية. ولطالما عُرفت أفريقيا بكونها بوتقة لجهود مكافحة الملاريا، وذلك بسبب المزيج الخاص لأنواع البعوض السائدة واسعة الانتشار التي تنقل المرض. كان أحد الأسرار العظيمة لعلم الملاريا هو كيف تتمكن هذه المجموعات الناقلة من البقاء على قيد الحياة في موسم الجفاف، عندما يكون هناك القليل من الماء الذي يمكن أن يضع فيه البعوض بيضه. في هذا العدد، يذكر داو وزملاؤه[2] أنهم توصلوا إلى حل هذا اللغز، لكن الجواب معقد بدرجة مثيرة للدهشة، كتعقيد الناقلات نفسها.

الشكل 1 | ديناميات المجموعات الخاصة بالأنواع. وجد داو وزملاؤه[2] أن متوسط الكثافات العددية لمجموعات *Anopheles coluzzii* و *Anopheles gambiae sensu stricto* (*s.s.*) يتغير موسميا بأنماط يمكن توقعها لكنها مميزة. في الموسم الرطب، عندما تتوافر مواقع التناسل ويصبح الجو مناسبا، تزيد كثافة كلا النوعين، على الرغم من أن *Anopheles coluzzii* تصل إلى ذروة كثافتها العددية قبل *A. gambiae s.s.* بفارق واضح. في الموسم الجاف، تختفي مجموعات *A. gambiae s.s.* ولا يمكن العثور عليها قبل حلول الموسم الرطب التالي، مع زيادة بطيئة في الكثافة العددية والتي تتأخر عن تلك الخاصة بنوع *A. coluzzii*. على النقيض من ذلك، تبقى مجموعات *A. coluzzii* في المنطقة أثناء موسم الجفاف، لكنه من غير الممكن أخذ عينات منها أثناء اختبائها في ملاجىء غير معروفة، مما يؤدي إلى الوصول لأدنى مستويات الكثافة العددية بشكل جلي. إن خروجها من هذه الملاجىء لفترتين قصيرتين أثناء موسم الجفاف موضح بأعلى قيمتين في الرسم البياني.

تُعدّ ثلاثة أنواع شقيقة وثيقة الترابط من البعوض المنتمية إلى مجموعة *Anopheles gambiae* من بين ناقلات الملاريا الأكثر كفاءة[3] (هناك على الأقل سبعة أنواع في المجموعة، ويشار إليها مجتمعة بـ*A.gambiae sensu lato* (*s.l.*) وتعود هذه القدرة على نقل المرض إلى علاقة هذه الأنواع القوية بالبشر، ونجاحها في استغلال مجموعة متنوعة من الظروف البيئية على امتداد أفريقيا الاستوائية، بدءًا من الغابات المطيرة الرطبة، حتى أطراف الصحراء الكبرى، طالما كان البشر في مكان قريب. وعلى الرغم من ذلك.. فهناك نقطة ضعف في تنقل طفيليات الملاريا بين هذه النواقل والبشر، حيث يمر البعوض بطور إجباري غير مكتمل النمو في الماء. وفي غياب الماء، لا يمكنه التوالد. وخلال موسم الجفاف الطويل في غابات السافانا الأفريقية ومنطقة الساحل، تتوقف الأمطار لعدة أشهر، وتتبخر المياه السطحية، وتنخفض الرطوبة، وترتفع درجات الحرارة. وطالما لا يوجد مياه سطحية دائمة من الخزانات أو الأنهار القريبة، يصبح من غير الممكن تتبع انتقال الملاريا، ويختفي كذلك البعوض المحلي الناقل للمرض، فقط ليعود ثانية مع هَطْل الأمطار.

إن فهْم بيئة ناقلات الملاريا خلال موسم الجفاف، عندما تكون أعداد مجموعاتها قد بلغت أدنى مستوياتها، ذو أهمية استراتيجية كبيرة؛ لأن نشر مكافحات البعوض في تلك الأوقات والأماكن تحديدًا قد يكون له أكبر الأثر. ويوجد احتمالان رئيسان لما يحدث للبعوض خلال موسم الجفاف: الهجرة لمسافات طويلة من وإلى مناطق اللجوء التي استمر فيها الماء، أو الركود، الذي تدخل فيه الناقلات حال من الكمون (ويشار إليه بالبيات الصيفي[4]) تسمح لها باجتياز موسم الجفاف بأمان في موضعها، مختبئة في عمق ملاجئ (غير معروفة). ومع ذلك.. فالعثور على البعوض المختفي أصعب مما يبدو.

في الواقع، لم يتمكن داو وزملاؤه من حل اللغز مباشرة، عن طريق تحديد الموقع الفعلي للبعوض في أماكن اختبائه أو اقتناصه أثناء هجرته طويلة المسافة، على الرغم من أن هذه الجهود جارية بالفعل. وبدلًا من ذلك.. كان عملهم في البحث غير مباشر، باستخدام تحليلات مفصلة لتحركات مجموعات البعوض على مر الوقت. ورغم أن الباحثين قد اعتمدوا في الماضي أساليب ذات مفهوم مماثل، فإن الأفكار المستقاة من بيانات داو وزملائه باتت ممكنة، بفضل جهد أخْذ العينات غير المسبوق، سواء من حيث تفاصيله، التي أتاحت كشف الظواهر قصيرة الأجل،

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أو من حيث مدته، التي أتاحت تمييز الأنماط الموسمية الحقيقية عن الأحداث التي تقع مرة واحدة.

من مقرهم في قرية ثيرولا في المنطقة الساحلية في مالي، جمع الباحثون البعوض من حوالي 120 منزلا لمدة أسبوعين شهريًّا على مدار 5 سنوات، مما أدَّى إلى حصولهم على حوالي 40,000 عينة من *A. gambiae s.l*. من تحليل السلاسل الزمنية للبيانات المجمعة من الأنواع الثلاثة؛ توصل المؤلفون إلى نمط موسمي متكرر، له دلالة إحصائية، وكان معقدًا بشكل غير متوقع. فقد لاحظوا أعلى مستويات كثافة للناقلات في الموسم الرطب، وأدنى المستويات في منتصف الموسم الجاف، كما كان متوقعًا، لكنْ أعقب ذلك ارتفاع مفاجئ في الكثافة في وقت متأخر من موسم الجفاف، قبل انخفاض آخر مع انتهاء موسم الجفاف. وللتوصل إلى المنطق البيولوجي لهذه البيانات، أقر داو وزملاؤه أهمية تقسيم مجموعة *A. gambiae s.l*. بتنوعها الواسع إلى ثلاث وحدات محددة وراثيًّا وُجدت في الوقت نفسه في ثيرولا: *A. gambiae sensu stricto* (*s.s.*)، *Anopheles coluzzii*، *Anopheles arabiensis*. يُعتبر البعوض من الأنواع الثلاثة شديد القرابة، ولا يمكن التمييز بينه جسديًّا في أي طور من أطوار نموه. تتزاوج الأنواع الثلاثة كلها أحيانًا في الطبيعة، لكنّ النوعين الأولين ـ الذين تم اعتبارهما نوعين في الآونة الأخيرة فقط[6]، وهما غير معترف بهما عالميًّا كذلك ـ تباعدا تطوريًّا في الآونة الأخيرة عن الأنواع الأخرى في المجموعة.

ورغم العمر الصغير النسبي، والتجانس الشكلي لهذه الأنواع، فإن انتشار هذه الأنواع كان مصاحَبًا، إن لم يكن مدعومًا، بالتكيف التفاضلي مع التغيرات البيئية[7]، يجعل من المستبعد أن يستجيب أفراد المجمع بالطريقة نفسها لإجهاد فسيولوجي مألوف. ورغم هذا التوقع، فمن اللافت للنظر أنه عندما عمد داو وزملاؤه إلى تقسيم البيانات حسب النوع، أظهر النوعان الأكثر تقاربًا (*A. coluzzii* و*A. gambiae s.s*.) الديناميكيات الأكثر تميزًا للمجموعات (الشكل 1). ووجد الباحثون أيضًا أن الكثافة العددية لبعوض *A. gambiae s.s*. تتبع نمطًا بسيطًا نسبيًّا من أعلى مستويات الوفرة في موسم الأمطار، وأدنى مستوى طيلة موسم الجفاف. وعلى النقيض من ذلك.. فرغم أن الكثافة العددية لـ*A. coluzzii* تبلغ أعلى مستوياتها أيضًا في موسم الأمطار، إلا أن بداية تزايدها العددي تسبق بداية التزايد العددي لنوع *A. gambiae s.s*. بشهرين، وبعيدًا عن الاختفاء في موسم الجفاف، تُلاحَظ دومًا ذروتان للكثافة العددية، على الرغم من غياب المطر.

يجادل داو وزملاؤه بأن هذه البيانات أفضل ما يناسب نموذجًا تستمر فيه *A. coluzzii* في موقعها في شكل من أشكال البيات، وتظهر من الاختباء لفترتين قصيرتين. والأسباب الدافعة إلى هذا الظهور غير معروفة، لكنها قد تشمل العوامل غير الحيوية، كارتفاع معدلات الرطوبة، أو الحرارة، والعوامل الحيوية، كالحاجة إلى تجديد احتياطي الغذاء مثلًا، كالتغذّي على الدم لغير هدف إنضاج البيض، المعروف باسم التغذية التوالدية العرضية[4] *gonotrophic dissociation*. وعلى النقيض من ذلك.. يختفي معظم أفراد *A. gambiae s.s*.، وعندما تعود الأمطار، يعاد استعمار المنطقة ببطء من مواضع اللجوء التي تبعد مئات الكيلومترات.

ورغم أن ديناميكيات بعوض *A. arabiensis* لم تختلف إحصائيًّا عن ديناميكيات *A. gambiae s.s*.، إلا أنه تم جمع أعداد صغيرة من *A. arabiensis* في كل موسم من مواسم الجفاف، مما يشير إلى أن جزءًا على الأقل من المجموعة يظل في مكانه. وسواء دل هذا على أن الأنواع تستخدم استراتيجية مختلطة من البيات والهجرة لمسافات طويلة، كما يشير الباحثون، أو كان هناك تفسير آخر (كنوع مختلف أو أكثر عمقًا من البيات)، فما زال قيد الاستقصاء.

يجب أن يأتي الإثبات النهائي لهذه الفرضيات عن طريق اقتناص البعوض "متلبسًا". ومع ذلك.. تتوفر الآن أدلة قوية على أن بعوض *A. coluzzii* يتغلب على إجهاد موسم الجفاف عن طريق البيات المحلي، وهو الاستراتيجية التي تضمن زيادته العددية السريعة في المراحل الأولى من موسم الأمطار، وبالتالي يزيد من انتقال المرض. تؤثر كذلك الهجرة المقترحة لمسافات طويلة لبعوض *A. gambiae s.s*. على ديناميكيات انتقال المرض ومكافحة ناقلات الأمراض، لأن العمليتين تحددان قدرة مجموعات الناقلات على توسيع نطاقها وغزو المناطق البعيدة. ولسوء الحظ، فإننا نكاد لا نعرف شيئًا عن المسببات البيئية الدافعة لهذه العمليات، والآليات المسؤولة عنها، أو حتى إمكانية تعميم هذه النتائج على مجموعات البعوض في أي مكان من أفريقيا الاستوائية. إن بحث داو وزملائه يسلط الضوء على الحاجة الملحة إلى مزيد من الدراسات الميدانية للإجابة على هذه الأسئلة الأساسية. ■

نورا بيزانسكي تعمل في معهد إيك للصحة العالمية وقسم العلوم البيولوجية، جامعة نوتردام، نوتردام، إنديانا 46556-0369، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الالكتروني: nbesansk@nd.edu

1. www.who.int/malaria/publications/world_malaria_report_2013/en/
2. Dao, A. *et al. Nature* **516,** 387–390 (2014).
3. Coluzzi, M. *Bull. WHO* **62** (suppl.), 107–113 (1984).
4. Denlinger, D. L. & Armbruster, P. A. *Annu. Rev. Entomol.* **59,** 73–93 (2014).
5. Sohn, E. *Nature* **511,** 144–146 (2014).
6. Coetzee, M. *et al. Zootaxa* **3619,** 246–274 (2013).
7. Powell, J. R., Petrarca, V., della Torre, A., Caccone, A. & Coluzzi, M. *Parassitologia* **41,** 101–113 (1999).

الفيزياء التطبيقية

مزايــا الفراغــات البَيْنِيَّة

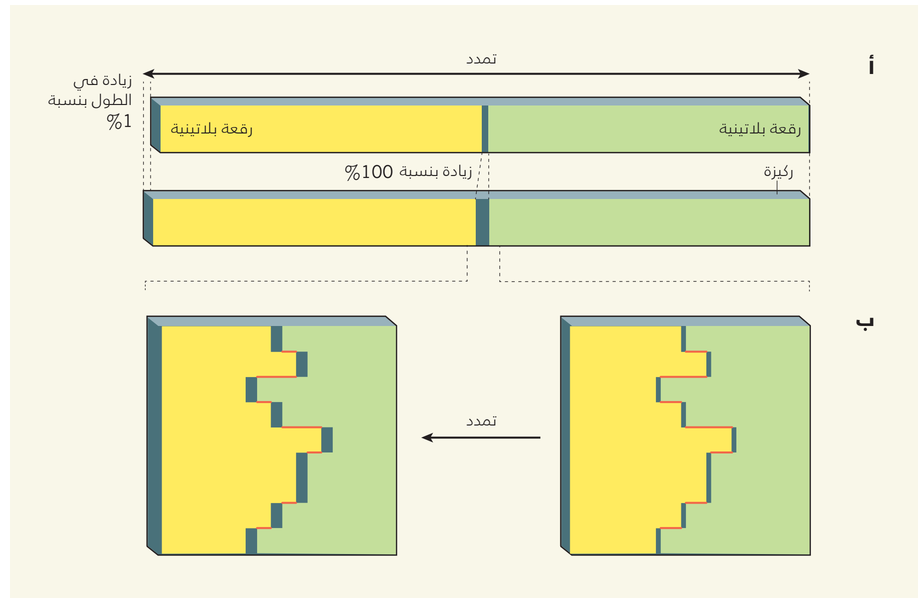
أظهرت شريحة معدنية متشققة ومثبتة على ركيزة مرنة، حساسية فائقة في الكشف عن الاهتزازات الميكانيكية. وقد استُلهمت النتائج من مبادئ الفراغات البينية التي تنطبق على عديد من العمليات البيولوجية.

بيتر فراتزل

تُعتبَر القدرة على حسّ الإهتزازات، مثل اهتزازات الصوت والحركات الصغيرة مطلبًا رئيسًا في كثير من التطبيقات الصناعية. وغالبًا ما يعتمد التواصل بين الكائنات الحية على انبعاث واستشعار اهتزازات ما. وما الصوت سوى مثال واحد على ذلك. يخدش العنكبوت الجوال *Cupiennius salei* (الشكل 1) أوراق النباتات باستخدام فمه وبطنه، محدِثًا اهتزازات طفيفة. يستطيع رفيق التزاوج أن يستشعر هذه الاهتزازات ويميزها باستخدام أحد أكثر أجهزة الاستشعار حساسية في العالم، والموجود في مستقبلات حسية في أرجل العنكبوت[1]. يعتمد عمل المستقبلات الحسية على ترتيب


NHPA/PHOTOSHOT

الشكل 1 | العنكبوت الجوال. طور كانج وآخرون[3] مِجَسًّا لاستشعار الاهتزازت، مستوحَى من تركيب المستقبِلات الحسية الموجودة في أرجل العناكب الجوّالة *Cupiennius salei*.



الشكل 2 | تمدد الشقوق القاسية. يعتمد مجس كانج وزملاؤه[3] على عاملين تتأثر بهما شقوق طبقة البلاتين المثبتة على ركيزة لينة: (**أ**) التكبير الفراغي (**ب**) التمويجات. عندما يتمدد المجس، يزداد عرض الشق الفاصل بين رقعتي بلاتين بدرجة أكبر كثيرًا من تمدد المجس ككل، وذلك لصلابة الرقع. وكما هو واضح بالشكل، يزداد عرض الشق بنسبة 100% عند تمدد المجس بنسبة 1%، مما يعطي مُعامِل تكبير فراغي مقداره 100. يؤدي وجود تمويجات بمقياس النانو في الشقوق إلى المحافظة على مواضع التلامس الجانبي (الخطوط الحمراء) في حالة تمدد المجس، مما يضمن استمرار مرور التيار الكهربي عند تطبيق جهد كهربي على المجس. يتناسب التوصيل الكهربي للمجس مع المساحة الكلية للتلامس بين الرقع، ويعتمد بالتالي على مقدار التشوه.

متواز من الشقوق ذات الأطوال المختلفة فيما يشبه أوتار القيثارة[2]. يصف كانج وزملاؤه[3] في دورية *Nature* الدولية كيف استخدمت هذه المجسات الحسية كمصدر إلهام في تطوير جهاز استشعار فائق الحساسية.

يعتمد مجس كانج وزملاؤه على رقيقة من البلاتين، سُمكها 20 نانومترًا، مثبتة على سطح أحد البوليمرات اللينة نسبيًّا. أحدث الباحثون سلسلة من الشقوق المتوازية، تتشابه الى حد ما مع الشقوق المتوازية في مجس العنكبوت. وبتطبيق جهد كهربي على المجس، يمر التيار الكهربي حصريًّا في الرقيقة المعدنية، حيث تكون الشقوق المتوازية هي المصدر الرئيس لمقاومة التيار. وعندما يصل الاهتزاز الميكانيكي إلى المجس، تقوم الحركة التذبذبية المصاحبة له بإحداث تمدد وانضغاط متكرر في الشقوق. في حالة التمدد، يحدث تكبير فراغي للشقوق (الشكل 2أ) مرتبط بدرجة التشوه، يؤثر على حساسية استشعار الاهتزازات. تشغل هذه الشقوق الفراغات البينية على السطح، التي تستوعب معظم التشوهات الناتجة عن التمدد، وبالتالي يزداد اتساع الشقوق كثيرًا، بالمقارنة بتمدد المجس ككل. يبين الشكل 2 أن مُعامِل التكبير الفراغي للشقوق يصل إلى 100 عندما يكون عرض الواحد منها 1% من إجمالي طول المجس، بينما يبلغ معامل التكبير 1,000 عندما يكون عرض الشق 0.1% من إجمالي طول المجس. أظهر كانج وزملاؤه أنه إذا تمدد المجس بنسبة 0.5% من طوله الأصلي، تزداد المقاومة الكهربية 450 ضعفًا، مقارنةً بمجس مُنَاظِر خالٍ من الشقوق.

من المعتاد إحداث فراغات بينية على الأسطح الصلبة؛ لتجنب كسرها أثناء التشوه. ويعطي تعبيد الطرق مثالاً واضحًا على هذا، حيث تسمح الفجوات بين الحصى باستيعاب التمدد الحراري في الصيف الحار، وتجمد التربة الرطبة في الشتاء البارد. أما تغطية الطرق بطبقة مسمطة من الإسمنت؛ فيؤدي حتمًا إلى تشققها، أو حدوث ندبات، ولم يكن من الممكن استخدام الطبقات المسمطة لتغطية الطرق إلا عند اكتشاف أغطية القار المرنة. وهناك أيضًا أمثلة عديدة في الطبيعة لدروع وأغلفة صلبة تتكون من رقع ذات فراغات بينية؛ لتجنب الكسر الناتج عن التشوهات الطفيفة. تتألف الهياكل العظمية لسمك القرش من غضاريف لينة نسبيًّا، مغطاة بطبقة صلبة من الغضاريف المعدنية، وتنشأ فراغات بينية على هذا السطح الصلب من خلال التوصيل بين الرقع المعدنية بواسطة الألياف العضوية، مما يؤدي إلى تجنب كسر السطح، ويوفر خصائص ميكانيكية استثنائية[4]. توجد مثل هذه الفراغات البينية أيضًا في دروع السلحفاة، وقشور السمك المدرع، وعديد من المواد البيولوجية الأخرى[5,6]. تشترك كل هذه الأسطح الصلبة في كونها مقسَّمة إلى رقع ذات فراغات بينية تستوعب التشوهات عن طريق "تنفس" هذه الرقع على نحو يحميها من الانبعاج. ورغم أن إحداث فراغات دقيقة بين الرقع السطحة (من خلال التحكم في تشقق طبقة البلاتين) ينتج عنه تكبير فراغي في مجس كانج وزملائه، إلا أن هذه الخاصية في حد ذاتها لا تفسر كيفية تحوُّل دورة التمدد والانضغاط الناتجة عن التشوه إلى إشارة كهربية تتناسب مع مقدار هذا التشوه. في واقع الأمر، يندثر التوصيل الكهربي في نظام مثالي، كالموضح في شكل 2أ، تمامًا عندما تبتعد الرقع (الصلبة) عن بعضها في حالة التمدد الناتج عن التشوهات الطفيفة.

استفاد كانج وزملاؤه في دراستهم من خاصية معينة تتميز بها شقوق البلاتين على مقياس النانو، وهي خاصية التمويجات الخشنة عند مواضع الاتصال الجانبي، التي تمكّن من مرور التيار الكهربي، وإنْ اتسع الفراغ البيني بين رقع البلاتين (شكل 2 ب). وبالتالي، فالحساسية الفائقة للمجس هي مزيج بين خاصيتين لشقوق الطبقة البلاتينية: عرض الشق في نطاق النانو، الذي يؤدي إلى التكبير الفراغي، وخشونة مواضع الاتصال بالمقياس النانوي، الذي يؤدي إلى مرور إشارة كهربية تتناسب مع مقدار التشوه.

أوضح كانج وزملاؤه أنه يمكن دمج المجس في أجهزة لقياس اهتزازات دقيقة، مثل أصوات الموسيقى، أو خفق أجنحة الخنافس المنقطة. ورغم هذه التطبيقات العملية المذهلة، إلا أن التطابق مع المستقبلات الحسية للعناكب لا يزال قاصرًا. فالخاصية الوحيدة التي نقلها الباحثون إلى المجس هي خاصية التكبير الفراغي. أما الاستشعار البيولوجي (المعتمد على إشارات عصبية، بدلًا من قياس المقاومة الكهربية)، بالإضافة إلى الكثير من جوانب عمل مجس العنكبوت، مثل حساسية استشعار نطاقات مختلفة من الترددات، فهي مختلفة تمامًا في حالة المجس الصناعي. ورغم أنه قد لا يكون من الضروري إدماج مثل هذه الخصائص في نظام تقني، إلا أننا لا نزال بعيدين جدًّا عن إنتاج مجس استشعار صناعي ذي أداء مقارب لمجس العنكبوت، الذي يرجع تاريخ تطوره إلى مجموعة كلابيات القرون من مفصليات الأرجل، الأقدم من البشر ألف مرة. ■

بيتر فراتزل يعمل في معهد ماكس بلانك للغرويات والسطوح البينية. 14424 بوتسدام، ألمانيا.
البريد الإلكتروني: fratzl@mpikg.mpg.de

1. Barth, F. G. *A Spider's World: Senses and Behavior* (Springer, 2002).
2. Fratzl, P. & Barth, F. G. *Nature* **462,** 442–448 (2009).
3. Kang, D. *et al. Nature* **516,** 222–226 (2014).
4. Liu, X., Dean, M. N., Summers, A. P. & Earthman, J. C. *Mater. Sci. Eng. C* **30,** 1077–1084 (2010).
5. Dunlop, J. W. C., Weinkamer, R. & Fratzl, P. *Mater. Today* **14** (3), 70–78 (2011).
6. Li, Y., Ortiz, C. & Boyce, M. C. *J. Mech. Phys. Solids* **61,** 1144–1167 (2013).

علم المواد

..مثل غضروف له تركيب أبسط

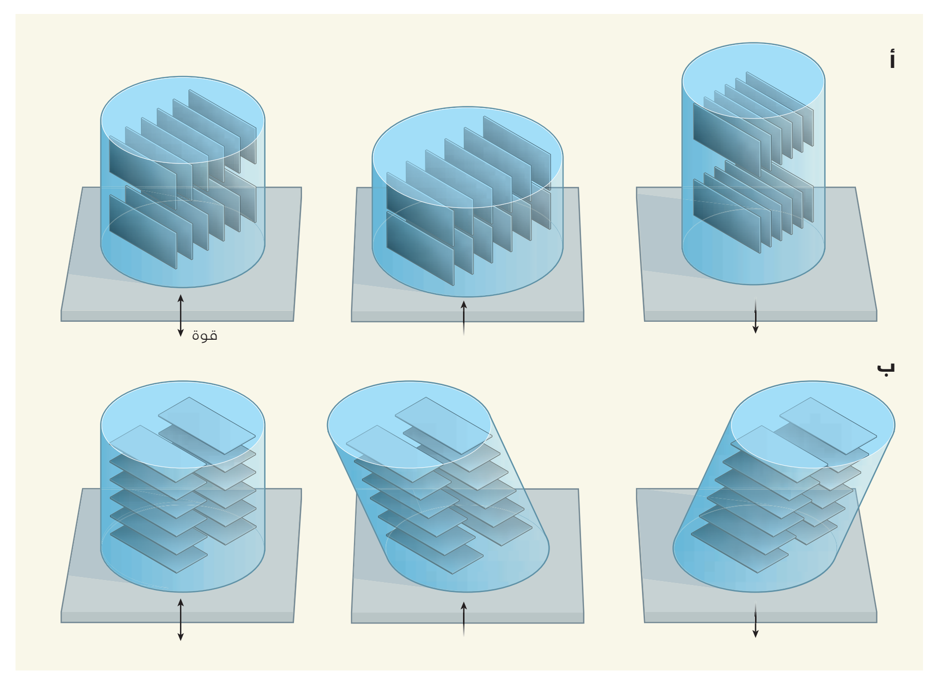
إن خصائص الغضروف المفصلي؛ الذي يُبطّن مفاصل العظام، تعتمد جزئيًّا على التنافر بين مكونات المادة. يحاكي هذا الهلام المُصنَّع تلك الميزة، ولديه خصائص نادرة تعتمد على الاتجاه.

آن لاديجارد سكوف

يتمحور عمل علماء المواد عادةً حول القوى التجاذبية، التي تدعم من تقوية البوليمرات من خلال ألياف قوية أو جسيمات[1]، ومن قدرة المواد المطاطية على إصلاح نفسها ذاتيًّا عبر الروابط الهيدروجينية[2]. أشار ليو وزملاؤه[3] إلى استخدامهم للقوى التجاذبية في تصميم هلام مائي -شبكة من البوليمر منتفخة بالماء- ويظهر سلوكًا رائعًا معتمدًا على الاتجاه. وقد تكون تلك المادة مفيدة في التطبيقات التي تتطلب تثبيط الاهتزازات.

يحتوي الهلام المائي الجديد على صفائح مصنوعة على مقياس النانو، من أكسيد التيتانيوم تُعرف باسم "صفائح

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الشكل 1 | السلوك المعتمد على الاتجاه في الهلام المائي. قام ليو وزملاؤه[3] بتحضير هلام مائي ـ وهو شبكة من البوليمر المنتفخ بالماء ـ يحتوي على صفائح نانوية من أكسيد التيتانيوم، مصطفة في مستويات، بحيث تكون وجوهها موازية لبعضها البعض. **أ**. عندما تم تطبيق قوة اهتزازية لأعلى ولأسفل على عينة أسطوانية من المادة موازية لمستويات الصفائح النانوية، فإن الهلام المائي خضع لدورات من الانضغاط والتمدد. تشير الأسهم وحيدة الرأس إلى اتجاه حركة المنصة التي تستند عليها العينة. **ب**. عند تطبيق القوة نفسها بشكل عمودي على مستويات الصفائح النانوية، فإن المادة تكاد تخضع إلى تشوه أفقي كامل. وتجدر الإشارة إلى أن الصفائح النانوية هنا ليست مبيَّنة بحجمها الحقيقي.

تيتانيت الرباعية النانوية" أو اختصارا TiNS، يتم ترتيبها في مستويات بحيث تكون وجوهها محاذية لبعضها البعض. تتكون صفائح التيتانيت من ذرات سطحية فقط، وتعتمد على بنية رقيقة للغاية (7.5 أنجستروم) شبيهة ببلورة ثنائية الأبعاد، تتألف من 150 صفيحة نانوية مرصوصة فوق بعضها البعض؛ لتصبح لها سُمْك شعرة الإنسان نفسها. وفي وسط مائي، تكون لدى تلك الأسطح كثافة عالية من الشحنات السالبة، التي تصبح في حالة اتزان بفعل طبقة عليا من الأيونات موجبة الشحنة، ومن ثم فإنها طبقات كهربية مزدوجة، تتنافر مع بعضها البعض، وتضمن انتشارًا أكثر فاعلية للصفائح النانوية.

وإذا تم مزج صفائح التيتانيت لتكوّن هلامًا مائيًّا، فإنها ستتخذ الاتجاه الأكثر ملاءمة من منظور الديناميكا الحرارية، وفيها تكون الصفائح متعامدة على بعضها البعض، لكنّ ليو وزملاءه لاحظوا أن صفائح التيتانيت تصطف وجهًا لوجه حين توضع في مجال مغناطيسي بالقوة الكافية للتغلب على حاجز الطاقة المانع لتشكيل هذا الترتيب. ومن ثم، قاموا بمحاذاة صفائح التيتانيت مغناطيسيًّا في محلول هلام مائي أوّلي، ثم قاموا ببلمرة المحلول؛ من أجل محاصرة الصفائح النانوية في شبكة البوليمر الناتجة، كي لا يُعاد توجيهها مرة أخرى إلى الوضع المتعامد.

اتضح أن الهلام المائي لديه بعض الخصائص الاستثنائية.. أولًا، كشف الفحص البصري البسيط أنه يكاد يكون شفافًا من إحدى الزوايا، ومعتمًا من زاوية أخرى. وهو ما يُعَد دليلًا واضحًا على الترتيب البنيوي للمادة، كما يؤكد على أن الصفائح النانوية مصطفة بشكل مثالي. ومن النادر رؤية ترتيب بنيوي مكتمل كهذا الترتيب.

ثانيًا، لاحظ ليو وزملاؤه أن الهلام المائي يظهِر سلوكًا ميكانيكيًّا مثيرًا للإعجاب، رغم أن تركيز الصفائح النانوية هو مجرد 0.8% من الوزن. وعندما قام الباحثون بضغط المادة في اتجاه عمودي على مستوى الصفيحة النانوية؛ وجدوا أن المقاومة الناتجة من الهلام المائي كانت أكبر بعدة أضعاف من تلك الناتجة في حالة ضغطها في اتجاه موازٍ لذلك المستوى. وهو عكس ما يحدث في المواد التقليدية المقواة بالألياف، التي تكون أكثر مقاومة للضغط في اتجاه موازٍ لمحور اصطفاف الألياف. ينشأ هذا السلوك غير التقليدي لتلك المادة الجديدة من قوى التنافر بين الصفائح النانوية، التي تمنع طبقات الصفائح من الاقتراب من بعضها البعض عند تعريضها للضغط. وحينما قام الباحثون بتعريضها لمقاومة القصّ (وهي قوة واقعة في المستوى نفسه مع المقطع العرضي للمادة) الموازي لمستوى الصفائح النانوية؛ كانت المقاومة أقل بأربع مرات مما كانت عليه في حالة تطبيق مقاومة القص عموديًّا على ذلك المستوى، لأن طبقات الصفائح النانوية يمكنها أن تنزلق على بعضها البعض، دون أي احتكاك تقريبًا لدى تطبيق جهد مقاومة القص.

أفاد ليو وزملاؤه أن السلوك الميكانيكي غير التقليدي للمادة قد أظهر خصائص ممتازة لتثبيط الاهتزازات عندما تم تطبيق حركة اهتزازية كبيرة مستمرة بشكل عمودي على عينات أسطوانية تحمل حمولة في أعلاها. كان متوقَّعًا من الهلام المائي التقليدي أن ينضغط مبدئيًّا، ثم يخضع لدورات من التمدد والانضغاط، وهو ما حدث أيضًا عندما قام الباحثون بتطبيق قوة اهتزازية موازية لمستوى الصفائح النانوية بالمادة الخاصة بهم (صورة 1أ). وعند قيامهم بتطبيق القوة نفسها بشكل عمودي على مستويات الصفائح النانوية، فإن الهلام المائي أظهَر ـ على غير المتوقع ـ تشوهًا محدودًا، وغالبًا ما يكون أفقيًّا فقط (صورة 1ب).

ومن ثم، فإن الهلام المائي يمكنه أن يوجِّه القوة من اتجاه واحد بكفاءة إلى المستوى العمودي على القوة. وعلى حد قول ليو وزملائه، فإنه يُعَدّ عازلًا ممتازًا للاهتزازات. إن أحد التفسيرات لهذا السلوك النادر هو أنه عندما يتم تطبيق قوة عمودية على الهلام المائي، فإن أسهل وسيلة للمادة كي تعمل على تبديد الطاقة تكون من خلال بذل مقاومة القص في المستوى العمودي على اتجاه التشوه. إن مثل ذلك العزل الفعال للاهتزاز كأداء لاعب ترامبولين في نهاية أدائه لعرض تنافسي، عندما يحتاج إلى أن يكون ساكنًا تمامًا، بعد أن يهبط على سطح الترامبولين المرن. يتمكن اللاعبون من تحقيق ذلك الأمر من خلال تحكُّم هائل في الجسم، لكنه أيضًا يتم بمساعدة الغضاريف المفصلية التي تعمل على عزل الحركة الرأسية في المفاصل اللينة بالجسم.

إن الغضروف المفصلي هو هلام مائي مركَّب، يتألف من هلام بروتيوجليكان ـ وهو مادة ذات أساس بروتيني تدعم مصفوفة النسيج الضام خارج الخلية ـ تذاب فيه كبريتات الكوندروتين (التي تتألف من سلاسل من السكريات). تتوفر خصائص التحمُّل وتبديد الطاقة المطلوبة بالمفاصل من خلال الهيكلة المنتظمة لألياف الكولاجين، والخلايا الغضروفية (وهي الخلايا التي تعمل على صيانة الغضروف)، جنبًا إلى جنب مع قوى التنافر بين جزيئات البروتيوجليكان سالبة الشحنة[4]. إن خصائص التحمل وتبديد الطاقة للهلام المائي الخاص بليو وزملائه تتشابه مع خصائص الغضروف المفصلي إلى حد بعيد، على الرغم من أن بنية الأخير أبسط بكثير من البنية الخاصة بالمادة الطبيعية.

إذن، هل يمكن للهلام المائي الجديد، أو لأي مادة أخرى تستفيد من قوى التنافر، أن تُستخدَم كغضروف صناعي؟ تشير التقديرات إلى أن ركبة الإنسان، أو مفصل الفخذ، يمكن أن يتعرضا إلى مليون دورة تحميل في السنة. تلك الإجهادات والانفعالات الدورية الكبيرة يمكن أن تتسبب في حدوث شروخ صغيرة في سطح الغضروف المفصلي، أو خلال المادة السائبة، التي يمكن إصلاحها من قِبَل الخلايا الغضروفية، لكن يُحتمَل أن تنمو وتتراكم لتصبح تَلَفًا يمكن ملاحظته مجهريًّا[4]. ومن ثم، فإن استبدال الغضروف المفصلي بالهلام المائي يُعَدّ طموحًا مبالغًا فيه، إلا إذا تم تطوير آلية التئام ذاتي لتلك المادة الجديدة، غير أن آلية الالتئام الذاتي تعتمد على قوى التجاذب، وقد لا يكون من السهل الاستفادة من تلك القوى في نظام يعتمد على التنافر، دون تدمير خصائص مرغوبة. ومع ذلك.. فمن المؤكد أن الهلام المائي الجديد سيتم تطويره ليُستخدَم في عديد من المنتجات المثيرة للاهتمام. وعلى سبيل المثال.. يمكن استخدامه في تطبيقات الإلكترونيات الدقيقة، وفيها يمكن للهلام المائي أن يعمل كمصفوفة فيما بين المكونات الإلكترونية؛ من أجل الحدّ الفعال من الاهتزازات الضارة. ■

آني لاديجارد سكوف تعمل بالمركز الدنماركي للبوليمرات، قسم الهندسة الكيميائية والكيمياء الحيوية، بالجامعة التكنولوجية بالدنمارك، كونجنز لينجبي 2800، الدنمارك.
البريد الإلكتروني: al@kt.dtu.dk

1. Vudayagiri, S. *et al. Smart Mater. Struct.* **23,** 105017 (2014).
2. Cordier, P., Tournilhac, P., Soulié-Ziakovic, C. & Leibler, L. *Nature* **451,** 977–980 (2008).
3. Liu, M. *et al. Nature* **517,** 68–72 (2015).
4. Mow, V. C., Ratcliffe, A. & Poole, A. R. *Biomaterials* **13,** 67–97 (1992).

ملخصات الأبحاث



غلاف عدد 11 ديسمبر 2014

طالع نصوص الأبحاث في عدد 11 ديسمبر من دَوْرِيّة "***Nature***" الدولية.

كيمياء

توليف مراكز الكربون الرباعية المجسَّمة

تم العثور على ذرات الكربون التي ترتبط بها أربعة بدائل كربونية متمايزة ـ معروفة باسم المراكز الرباعية المجسمة ـ بعديد من المنتجات الطبيعية النشطة حيويًّا، مثل الكورتيزون، والمورفين. وقد تبين أن ذلك الموضوع البنيوي المهم يشكل تحديًا لكيميائيين التوليفيين. وحتى وقت قريب، كان هناك عدد قليل من الطرق لبنائها. يناقش هنا كايل كواسدورف، ولاري أوفرمان التفاعلات الانتقائية التماثلية الحفازة، التي تطورت أثناء العقد الماضي؛ لتوليف الجزيئات العضوية المحتوية على مراكز رباعية مجسمة. تزيل الأساليب المتاحة الآن كثيرًا من الحاجز من الحاجز السابق لدمج المركز الرباعي المجسم بالجزيئات العضوية للاستخدام في الطب، والزراعة، ومجالات أخرى.

Catalytic enantioselective synthesis of quaternary carbon stereocentres

K Quasdorf *et al*

doi:10.1038/nature14007

أحياء بنيوية

بِنْيَة ناقل الأميلويد CsgG

أوردت هذه الدراسة البِنْيَة الذَّرِّيَّة لناقل الأميلويد CsgG البكتيري، وهو بروتين شحمي غشائي خارجي، يشكل قناة الانتقال لوحدات الألياف "كرلي" curli التي ما إنْ تفرز؛ تتبلمر إلى ألياف بيتا β العابرة التي تتوسط تشكيل الغشاء الحيوي. وألياف "كرلي" هي الأميلويدات التي تشكل العنصر الرئيس في النّسيج خارج الخلية في الأغشية الحيوية التي شكلتها شعبتا Bacteroidetes، وProteobacteria. وتكشف بِنْيَة CsgG عن أنبوب بيتا يتكون من 36 شكلًا شريطيًّا، يشكل قناة تمتد عبر الطبقة الثنائية للغشاء، ويشير إلى وجود آلية ممكنة لتوجيه الركائز من خلال المسام الإفرازية عن طريق انقباض القناة.

Structural and mechanistic insights into the bacterial amyloid secretion channel CsgG

P Goyal *et al*

doi:10.1038/nature13768

فَلَك

تكوين النجوم الشبيهة بالشمس

تتنبأ بعض نماذج التكون النجمي والكوكبي بقلب السُّحُب بين النجمية الكثيفة بانهيار سريع، بينما تتنبأ أخرى بتقلص بطيء يستغرق ما يزيد على مليون عام. استخدم ستيفان شليمر وزملاؤه بديلًا جديدًا للساعة الكيميائية الهيدروجينية (H_2) لتحديد عمر قلب السحابة الكثيف المستضيف لمجموعة IRAS 16293-2422 A/B، وهي مجموعة من النجوم الوليدة من النوع الشمسي. يمكن ملاحظة الخطوط الدورانية منخفضة الطاقة لجزيء الديوتيريوم H_2D^+ عند أطوال الراديو الموجية، ويمكن استخدامها لتحديد نسبة النظائر القائمة ortho إلى شبه الغزلية paraspin لمركّب H_2D^+، التي تتطور بصورة منفردة مع الزمن في ظل ظروف السحابة. يقدِّر الباحثون ـ تماشيًا مع النتائج السابقة القائمة على مدار ساعة N_2H^+ ـ عمرًا يصل إلى حوالي مليون عام لِلُّب الكثيف المكوِّن للنجم، وذلك عوضًا عن 100,000 عام لنموذج الانهيار السريع.

H_2D^+ observations give an age of at least one million years for a cloud core forming Sun-like stars

S Brünken *et al*

doi:10.1038/nature13924

علم البلوريّات

تحديد بِنْيَة الشبكة الفارغة بعيد المنال

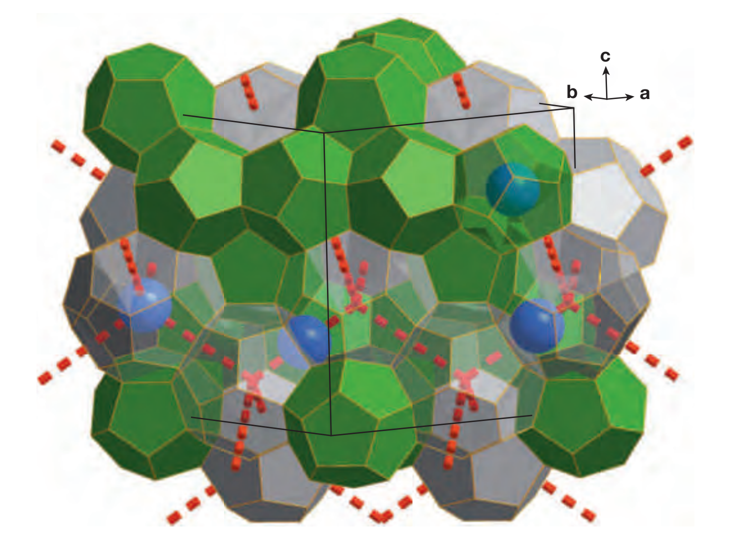
توجد هيدرات الغاز الطبيعية بكميات كبيرة بقاع المحيط العميق؛ في شكل تربة جليدية، حيث يمكن أن تتكون بخطوط الغاز، ومن ثم تقوم بسدّها، ويُعتقد أنها تنتشر في الكون. تستوعب تلك المواد الصلبة الشبيهة بالجليد أنواعًا مستضافة بإطار المياه المتبلرة. يبلِّغ هنا أندرزيج فالينتي عن إعداد وتمييز هيدرات "فارغ"، وهو إنجاز يُعتقد أنه يقترب من المستحيل، لأن الجزيئات الزائرة تقوم بتثبيت الشبكة المضيفة. وبعد خمسة أيام من الضخ التفريغي المتصل، تمت إزالة كل جسيمات هيدرات النيون الصغيرة، والبِنْيَة البلورية والتمددية، وتم تحديد حد شبه الاستقرار للهيدرات الفارغ الناتج. هذا.. وستكون النتائج ذات صلة بالتطبيقات التكنولوجية، والبحث المناخي، وتقييمات المخاطر الأرضية، وكذلك البحوث الأساسية.

Formation and properties of ice XVI obtained by emptying a type sII clathrate hydrate

A Falenty *et al*

doi:10.1038/nature14014

الشكل أسفله | تسرب ذرات النيون من بنية sII الشبكة. يمكن لذرات النيون (بالأزرق) أن تتنقل بسهولة بين الأقفاص الكبيرة (بالرمادي) لتمر عبر حلقات سداسية الأعضاء من جزيئات الماء (الخطوط الحمراء المتقطعة). يتطلب إزالة ذرات النيون من الأقفاص الصغيرة (بالأخضر) وجود فراغ مائي في واحدة من الحلقات خماسية الأعضاء.



هندسة ميكانيكية

مستشعر يستلهم تركيب خيوط العنكبوت

دائما ما تُذكر قوة الشد الاستثنائية لخيوط العنكبوت في سياق المحاكاة الحيوية، لكن في هذه الدراسة يستلهم مانسو شوي وزملاؤه الأفكار الموحية من الأعضاء الحسية التي يستخدمها العنكبوت للكشف عن الاهتزازات المستحثة بشبكته. وقد طوّر الباحثون مستشعرًا ميكانيكيًّا نانويًّا يتكون من طبقة بلاتينيوم رقيقة، ينتج بها تصدعات صغيرة بطريقة محكومة، وذلك على صفيحة بوليمرية مرنة. يتم قياس الاهتزازات وتغيرات الضغط كتغيرات في التوصيل بصفيحة البلاتينيوم، كلما انفتحت وانغلقت التصدعات. يتم توضيح إمكانات الجهاز مع تنوع من الأمثلة، كحالة مستشعر منقط يمكنه الكشف عن خنفساء صغيرة مرفرفة، ومستشعر مرن يمكنه قياس وإعادة تشغيل الموسيقى. ويمكن بسهولة أن يتم تركيبه على جلد الإنسان لأغراض معينة، كإدراك الحديث، ورصد الإشارات الفسيولوجية.

Ultrasensitive mechanical crack-based sensor inspired by the spider sensory system

D Kang *et al*

doi:10.1038/nature14002

كيمياء حيوية

بِنَى قناة الكلوريد

حلل الباحثون في اثنتين من المخطوطات المنشورة مؤخرًا في دورية *Nature* البِنَى البلورية بالأشعة السينية لقناتي كلوريد منشط-أيون الكالسيوم (Ca^{2+})، وهي أول بِنْيَة يتم نشرها لهذا النوع من القنوات. بَلْوَرَت جانين برونر وزملاؤها بروتين سكرامبلاز الشحمي، وهو البروتين الغشائي الذي يحفز الحركة السلبية للشحوم بين دفّتي الطبقة الثنائية. تكشف البِنْيَة عن تجويف عابر للغشاء، محب للماء، مُعرَّض لطبقة ثنائية الدهون، حيث يحدث الحفز على الأرجح. وبلورت فيرونيكا ديكسون وزملاؤها بيستروفين-1. تفتح بروتينات هذه العائلة مساماتها انتقائية الأيون، استجابةً إلى ارتفاع أيونات الكالسيوم (Ca^{2+}) داخل الخلايا. وتُظهِر البِنَى أن أيونات الكالسيوم (Ca^{2+}) تقيد إلى المنطقة العصارية الخلوية لقناة عبر غشائية خماسية الأجزاء، وتكشف أن الثغرة بطول 95 أنجستروما، مع ما لا يقل عن خمسة عشر موقعًا متميزًا مقيدًا للأيون.

X-ray structure of a calcium-activated TMEM16 lipid scramblase

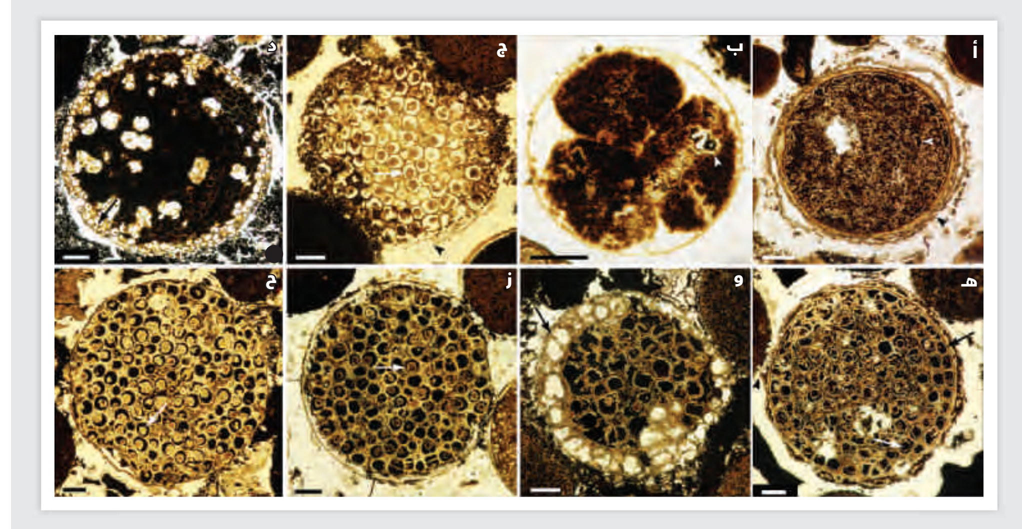
J Brunner *et al*

doi:10.1038/nature13984

Structure and insights into the function of a Ca^{2+}-activated Cl^{-} channel

V Dickson *et al*

doi:10.1038/nature13913



علم الأحياء القديمة

ألغاز حفريات دوشانتو المجهرية

كان العصر الإدياكاراني Ediacaran، منذ 600 مليون عام، الذي يسبق مباشرة "الانفجار الكامبيري"، عصرًا مهمًّا، لكننا لا نعرف إلا القليل فيما يخص تطوره. وتحدَّت حفريات إدياكارانية عديدة كل محاولات تصنيفها، وبالأخص الأحافير المجهرية من الصخور الرسوبية بمنطقة الدوشانتو في الصين. كان يُعتقد أن هذه الأحافير المجهرية تمثل كل شيء، من البكتيريا إلى الطلائعيات، والطحالب، والأجنة المبكرة للحيوانات. يصف شوهاي زياو وزملاؤه الحفريات المجهرية الكروية من الأحافير المجهرية من الصخور الرسوبية بمنطقة الدوشانتو في الصين، التي تبين علامات واضحة للتمايز الخلوي، والموت الخلوي المبرمج، والانفصال بين الجسد والسلالة الجرثومية، لكنها على خلاف ذلك لا تشبه أيًّا من المجموعات المألوفة لنا. ويبدو أن تلك الحفريات تمثل تجربة حياة متعددة الخلايا، ما زالت غامضة، ولا تشبه أي شيء على الأرض حاليًّا.

Cell differentiation and germ–soma separation in Ediacaran animal embryo-like fossils

L Chen *et al*

doi:10.1038/nature13766

الشكل أعلاه | مراحل النمو المبكرة لبكتيريا Megasphaera.
أ، مرحلة الخلية الواحدة. **ب**، مرحلة المجاور للبندرونا *Parapandorina*. **ج- ح**، مرحلة *Megaclonophycus*. لاحظ الخلايا متعددة السطوح المحاكة بإحكام في **ب** و**ج**، وهي طبقة خلايا طرفية محتملة في **د- و**، وخلايا كروية المجمعة بشكل سائب نوعا ما في **ز-ح**. رؤوس الأسهم السوداء: الزخرفة المخروطية أو درنية الشكل على المغلفات. الأسهم البيضاء: مادة أسمنتية تساوي سُمْك الطبقة. الأسهم السوداء: طبقة الخلايا الطرفية. الأسهم البيضاء: البِنَى متأخرة النشأة شبيهة النواة. مقياس البار: 100 ميكرومتر.

بروتين MapZ يرشد بروتين FtsZ

في كثير من الأنواع البكتيرية، يتم التحكم في موضع منتصف الخلية الصحيح لآلية انقسام الخلية - بما في ذلك الحلقة التي شُكلت بواسطة مماثل التيوبولين المحفوظ FtsZ - بواسطة نظام Min، الذي يمنع بلمرة FtsZ عند قطبي الخلية، لكن هذا النظام غير موجود في البكتيريا المُمْرِضة *Streptococcus pneumonia*. وقد حَدَّد كريستوف جرانجيسي وزملاؤه آلية التنسيب التي تعمل في البكتيريا *S. pneumonia*. تعتمد الآلية على MapZ (البروتين زِد المرتكز فى منتصف الخلية) لتشكيل البِنَى الحلقية عند خط استواء الخلية الذي ينفصل حيثما تستطيل الخلية، بصفتها منارة دائمة لمواقع الانقسام. يتفاعل بروتين MapZ مع FtsZ؛ لوضع حلقة "زد" في موضع الانقسام.

MapZ marks the division sites and positions FtsZ rings in *Streptococcus pneumoniae*

A Fleurie *et al*

doi:10.1038/nature13966

تعديل الهيستون في الخلية الحية

تلعب تعديلات ما بعد مرحلة ترجمة بروتينات الهيستون دورًا مهمًّا في تنظيم الجينات، لكن يبقى من غير الواضح ما إذا كانت هذه العلامات هي منظِّمات نشطة للنسخ، أم للعواقب التنازلية. حقق تيم ستاسيفيتش وزملاؤه التفاعل الديناميكي بين أستلة الهيستون ونشاط إنزيم بوليميريز الثاني للحمض النووي الريبي عند استبانة زمانية عالية في الخلايا الحية المفردة، وذلك باستخدام المجهر المتألق بالفلورة (المجهر الفلوري). تعزز أستلة هيستون H3 عند Lys27 في موضع جين نشط توظيف المنشط النسخي، وتسرع عملية انتقال التوظيف المنشِّط النسخ لهيستون H3 عملية الانتقال من الحمض النووي الريبي بوليميراز الثاني من البدء إلى الاستطالة. وتشير هذه النتائج إلى أن أستلة الهيستون لها تأثير عرَضي على خطوتين متميزتين في تنشيط النَّسْخ.

Regulation of RNA polymerase II activation by histone acetylation in single living cells

T Stasevich *et al*

doi:10.1038/nature13714

عِلْم الأرض

قياس مصادر N_2O البحرية والأرضية

تعرض هذه الورقة البحثية إعادات بناء تركيز أكسيد النيتروز بالغلاف الجوي، وتكوين نظائر النيتروجين والأكسجين الخاصة به خلال عصر الذوبان الجليدي الماضي، وهو الزمن الذي ارتفع فيه تركيز الغلاف الجوي من غاز الاحتباس الحراري والمادة المُستنزِفَة لطبقة الأوزون بنسبة 30%. ليس من الواضح كيفية تغير انبعاثات أكسيد النيتروز من المصادر البحرية والأرضية، استجابةً للظروف البيئية المتغيرة. استخدم أدريان شيلت وآخرون بيانات نظائرية مستخلصة من فقاعات محبوسة

بجليد قطب جنوبي غابر، للتمييز بين المصادر المتنوعة. اكتشف الباحثون بمساعدة نموذج المحاكاة أن الانبعاثات الأرضية والبحرية قد شاركت بنسب متساوية في الارتفاع المرصود لانبعاثات أكسيد النيتروز، الذي تطوَّر بشكل عام بالتوازي أثناء الذوبان الجليدي الأخير. ومع ذلك.. فبمقياس زمني لمئة عام قادمة، فإن الانبعاثات الأرضية سوف تهيمن بشكل كبير.

Isotopic constraints on marine and terrestrial N_2O emissions during the last deglaciation

A Schilt *et al*

doi:10.1038/nature13971

أحياء مجهرية

عيوب التأشير في أورام الخلية البائيّة

تُعَدّ طفرات تعطيل الوظيفة في مسار التأشير S1PR2-Gα13-ARHGEF1 شائعة في أحد الأقسام المتواترة من أورام الغدد الليمفاوية ـ غير المنتمية إلى أورام هودجكين ـ والمركز الجرثومي الشبيه بالخلية البائية المنتشرة الكبيرة لليمفومة الخلية البائية (GCB-DLBCL). تبين هذه الورقة البحثية أن تثبيط مسار التأشير هذا في الفئران يسمح بتنشيط Akt، ويعزز نشر الخلايا البائية للمركز الجرثومي، بما يتسق مع دور طفرات تعطيل الوظيفة في النشر المنهجي لأورام الخلية البائية الكبيرة.

Loss of signalling via Gα13in germinal centre B-cell-derived lymphoma

J Muppidi *et al*

doi:10.1038/nature13765

علم المواد

إنفاذ الجرافين للبروتونات

تُعَدّ صفيحة الجرافين المثالية غير منفذة لكل الذرات والجزيئات. وحتى الهيدروجين ـ وهو أصغر الذرات ـ لا يُتوقع أن يخترق السحابة الإلكترونية الكثيفة الخاصة بالجرافين خلال مليارات الأعوام. ويُعتقد أن تمتد تلك الخاصية لتشمل بلورات أخرى ثنائية الأبعاد، كنيتريد البورون السداسي، وثاني كبريتيد الموليبنيوم. يبين الآن شينج هو وزملاؤه أنه من المستغرَب أن الطبقات الأحادية ونيتريد البورون السداسي (وليس ثاني كبريتيد الموليبدينوم) منفذة بطريقة مرتفعة للبروتونات. وإضافة إلى استقرارها.. يضع هذا تلك الطبقات الأحادية كمرشحة واعدة للاستخدام بتقنيات عديدة قائمة على الهيدروجين.

Proton transport through one-atom-thick crystals

S Hu *et al*

doi:10.1038/nature14015

أحياء جزيئية

معركة نبْذ مدخلات الحمض النووي

تعرضت جينومات أشباه البشر لمحاولات عناصر الترانسبوسون الرجعية الاندماج بها، على الرغم من محاولات المضيف لمنعها وعرقلة نسخها. يؤدي بروتين KZNF (نطاق KRAB المحتوي على بروتين إصبع الزنك) دورًا في عرقلة النسخ في الخلايا الجذعية الجنينية للفأر. وتُعَدّ بروتينات KZNFs واحدة من أسرع العائلات الجينية نموًّا في أشباه البشر؛ وتم افتراض هذا التوسع لتمكين أشباه البشر من الاستجابة للعناصر القابلة للنقل، التي ظهرت حديثًا. وهنا يقدم الباحثون أدلة تؤيد هذه النظرية. توضح هذه البروتينات أن جينين من جينات إصبع الزنك KZNF الخاصة بأشباه البشر *ZNF91* و*ZNF93*، قد تطورا خلال الـ 25 مليون سنة الماضية؛ لقمع عناصر الترانسبوسون الرجعية المتميزة التي ظهرت خلال هذه الفترة الزمنية. ووفقًا للبيانات الجديدة، يحدّ توسع جين *KZNF* نشاط عناصر الترانسبوسون الرجعية، التي تتحور في وقت لاحق لمواجهته.

An evolutionary arms race between KRAB zinc-finger genes *ZNF91/93* and SVA/L1 retrotransposons

F Jacobs *et al*

doi:10.1038/nature13760

أحياء خلوية

فك ترميز تعدُّد القدرات المستحثّة

أوضَحَ الباحثون جهودهم المبذولة من خلال اتحاد المشروع الضخم لتوصيف تغييرات البروتين، والحمض النووي، والحمض النووي الريبي، المرتبطة بإعادة برمجة لتعدد القدرات المتواسطة بالعوامل في ورقتين بحثيّتين، نُشرتا مؤخرًا في دورية *Nature*، وثلاث ورقات نُشرت في الوقت نفسه في دورية *Nature Communications*. في أول أوراق دورية *Nature* البحثية، أورد أندراس ناجي وزملاؤه أنه عندما يتم تهيئة الخلايا الليفية الجنينية للفأر، للتعبير عن مستويات عالية من عوامل إعادة البرمجة، فإنها تصل إلى حالة بديلة مستقرة متعددة القدرات، تُسمَّى الفئة-إف (من المظهر "الغامض" لمستعمرات خلاياها في المستنبت). وتقدم الورقة البحثية الثانية تحليلًا مستفيضًا لمجموعات البيانات الترانسكريبتومية، والوراثية اللاجينومية، والبروتومية التي تصف الطرق المؤدية إلى تعدد القدرات. ووصفوا وجود عدة مسارات نحو تعدد القدرات المستحثة، الذي يتميز بأحداث وراثية غير جينية متميزة. وقد ناقش خوان كارلوس إيزبيسوا بيلمونتي النتائج من جميع الأوراق البحثية الخمس في سياق عمل حديث آخر، وأمعن التفكير في احتمال وجود حالات بديلة لتعدد القدرات.

Divergent reprogramming routes lead to alternative stem-cell states

P Tonge *et al*

doi:10.1038/nature14047

Genome-wide characterization of the routes to pluripotency

S Hussein *et al*

doi:10.1038/nature14046

علم المناعة

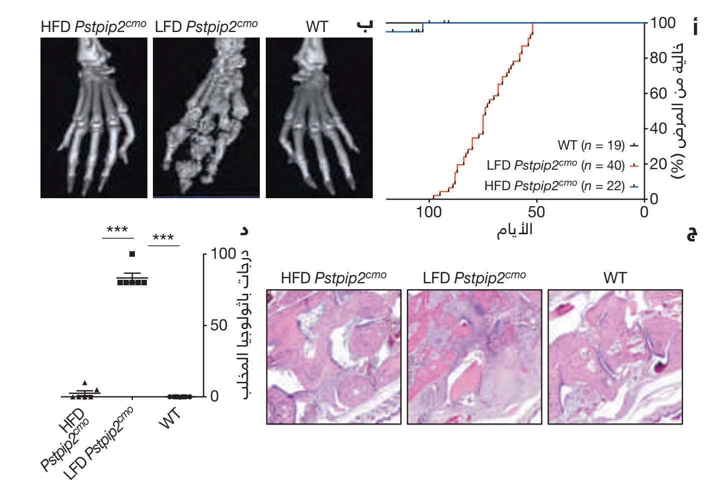
الحث الغذائي لاضطرابات التهابية

يُعتقد أن الزيادات الأخيرة في معدلات انتشار الأمراض الالتهابية ذاتية المنشأ ربما تعود في جزء منها إلى تغيير النظام الغذائي، لكن تبقى الآليات المنخرطة غير محددة بوضوح. وتبين هذه الدراسة أن الفئران التي تفتقر إلى جين *Pstpip2*^{cmo} ـ وهي نموذج لالتهاب العظام والنقي ـ تصبح محميّة تمامًا ضد أمراض التهاب العظام وتآكل العظام لدى اتباعها نظامًا غذائيًّا غنيًّا بالدهون والكوليسترول. ترتبط الحماية مع تحوّل في مجهريات البقعة المعوية، بما في ذلك انخفاض ملحوظ في أعداد بكتيريا *Prevotella*، وانخفاض بشكل كبير في مستويات برو-إنترلوكين-1β بالخلايا المناعية المتجوِّلة.

Dietary modulation of the microbiome affects autoinflammatory disease

J Lukens *et al*

doi:10.1038/nature13788



الشكل أسفله | تغيرات النظام الغذائي تحد من تطور مرض التهاب العظام في فئران *Pstpip2*^{cmo} الطافرة. و-د، النوع البري (WT) وفئران *Pstpip2*^{cmo} الطافرة اتبعت حمية غذائية خالية من الدهون (LFD)، أو حمية مرتفعة الدهون والكولسترول (HFD). **أ،** معدل الإصابة بمرض التهاب العظام. البيانات المجمعة من ثلاث تجارب مستقلة. **ب-د،** ممثل لمتماثل السطح لمسوح المخلب بالتصوير المقطعي المحوسب ميكرويًّا (**ب**)، قطاعات مصبوغة بصبغة الهيماتوكسيلين والأيوزين (التكبير الأصلي، 4X) (**ج**) درجات الباثولوجيا (**د**) لعيِّنات المخلب الخلفي من النوع البري بعمر 12-14 أسبوعًا، حمية غذائية خالية من الدهون، وحمية مرتفعة الدهون والكولسترول لفئران *Pstpip2*^{cmo}. تمثل كل نقطة فأر واحد فقط، ويمثل الخط المتوسطات ± الخطأ المعياري للمتوسطات. *** $P<$ 0.001، اختبار-تي الإحصائي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هندسة حيوية

الكازين كيناز 2 ينظم الاستطالة النَّسْخية

تنخرط تعديلات ما بعد مرحلة الترجمة للهيستونات في تنظيم عمليات نووية مختلفة، بما في ذلك النسخ. فقد وجد مايكل روزنفيلد وزملاؤه أن بقايا التيروزين المحفوظة، Y57، في مجال كروي من هيستون H2A مفسفرة بنشاط كيناز تيروزين غير معروف من الكازين كيناز 2 (CK2). يؤثر هذا التعديل على سلسلة من علامات الهيستون المرتبطة بالنسخ النشط، ولها دور أثناء استطالة النَّسْخ.

Tyrosine phosphorylation of histone H2A by CK2 regulates transcriptional elongation

H Basnet *et al*

doi:10.1038/nature13736

وراثة

تقنية للتعرف على الـ(RNA)

إنّ نظام الدفاع المناعي البكتيري "كريسبر"، (المُكرَّرات المتجمعة قصيرة التناظر ذات المسافات البينية المنتظمة CRISPR)، والمستجيب له Cas9 على وجه الخصوص، تم استغلاله مؤخرًا للتحرير الجينومي محدد التتابعات في الخلايا حقيقية النواة. يُقيِّد المستجيب Cas9 حمضًا نوويًّا ريبيًّا دليلًا في وجود معزِّز الحمض النووي المعروف باسم الموتيف (المعزِّز) المجاور للفاصل البدائي (PAM)، وهو قادر على شق الحمض النووي المستهدف. يكشف العمل الجديد لجنيفر دودنا وزملائها عن نتيجة غير متوقعة، في وجود قليل وحدات الحمض النووي الذي يحتوي على الموتيف المجاور للفاصل البدائي (PAM)، فإن دليل المستجيب Cas9 للحمض النووي الريبي المبرمج قادر على شق الحمض النووي الريبي مفرد الجديلة كذلك. وأظهروا أن هذا النظام يمكن أيضًا استخدامه لعزل نصوص ذاتية محددة للحمض النووي الريبي، دون أي علامة أو تعديل، من سائل تفكك الخلية. وهكذا، فإن النظام يمكن برمجته، إمّا لتقييد أو لقطع أهداف من الحمض النووي الريبي، اعتمادًا على الموتيف المجاور للفاصل البدائي (PAM) المستخدم. ويشير هذا العمل إلى الطريق نحو التكنولوجيات الجديدة الممكنة للتعرف المبرمج على الحمض النووي الريبي.

Programmable RNA recognition and cleavage by CRISPR/Cas9

M O'Connell *et al*

doi:10.1038/nature13769



غلاف عدد 25/18 ديسمبر 2014

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 25/18 ديسمبر من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

كيمياء

مسار أبسط لروابط الكربون – كربون

توضح هذه الورقة البحثية تطور تفاعل جديد لتكوين الكربون – كربون، يسمح بالبناء البسيط لجزيئات، لم يكن سهلًا إنتاجها في الماضي. يستخدم الإجراء تفاعلًا بين الأوليفينات المستبدَلَة بِذَرَّة مغايرة، وأوليفينات قاصرة الإلكترونات؛ لبناء روابط كربون – كربون مرتفعة الاستعاضة، وذلك باستخدام حفّاز حديد بسيط، ومركب سيلان silane منخفض التكلفة. يقدِّم الباحثون ستين مثالًا لذلك التفاعل، باستخدام مجموعة واسعة من الركائز. هذا التفاعل ذو أهمية لتصميم مركّبات عضوية تشمل البوليمرات، والأصباغ، والوسائط الدوائية، وأشباه الموصِّلات.

Functionalized olefin cross-coupling to construct carbon–carbon bonds

J Lo *et al*

doi:10.1038/nature14006

علم الأعصاب

دور جين AUTS2 في الاضطرابات العصبية

تتكون مجموعة بروتينات بوليكومب ـ التي تحافظ على كبت الجين أثناء تطوره ـ من مركّبين رئيسين (PRC1 و PRC2)، مع أنشطة إنزيمية متميزة. تقترن بعض مركّبات PRC1 بالجين المرشح لقابلية الإصابة بالتوحُّد (*AUTS2*)، وهو الجين الذي غالبًا ما يتعطل في الاضطرابات العصبية. وهنا، وجد داني رينبيرج وزملاؤه أن جين *AUTS2* يمنح وظيفة تفعيل نسخي غير متوقعة لمركب PRC1، ومركب PRC1-AUTS2 الذي ينظم جينات الخلايا العصبية. يؤدي حذف موضع جين *AUTS2* في الجهاز العصبي المركزي للفأر إلى عيوب تطورية. وقد يكون لجين *AUTS2* دور رئيس في تحوير نشاط مركب PRC1 أثناء نمو الدماغ الطبيعي.

An AUTS2–Polycomb complex activates gene expression in the CNS

Z Gao *et al*

doi:10.1038/nature13921

فيزياء

سَبْر ديناميكية حركة إلكترونين

على الرغم من أن الحركة المتضافرة لاثنين أو أكثر من الإلكترونات المقيدة تحكم كل التفاعلات الكيميائية، فإن فهْم وسَبْر ديناميّات تلك الإلكترونات يظل تحديًا. فقد تم رصد حركة الإلكترونات المفردة بدقة زمنية في نطاق الأتوثانية، لكن لم يتم التحقق بعد من خلال اختبارات مماثلة لحركة اثنان من الإلكترونات المترابطة. يبين كريستيان أوت وزملاؤه أن ديناميات الذرتين المترابطتين بالهيليوم يمكن إعادة بناؤها من الأطياف الامتصاصية العابرة بنطاق الأتّوثانية، التي تم قياسها بواسطة الدقة الطيفية المرتفعة بطريقة غير مسبوقة، وفي حضور مجال لِيزَريّ مرئي قوي قابل للضبط. ويُتوقع أن توفر التجارب المستقبلية باستخدام النهج نفسه بيانات مرجعية لاختبار النظرية، بل قد تجعل من الممكن التحقق من أطوار الانتقال الإلكترونية فائقة الاستقرار، التي تقع في قلب التفاعلات الكيميائية الأساسية.

Reconstruction and control of a time-dependent two-electron wave packet

C Ott *et al*

doi:10.1038/nature14026

فَلَك

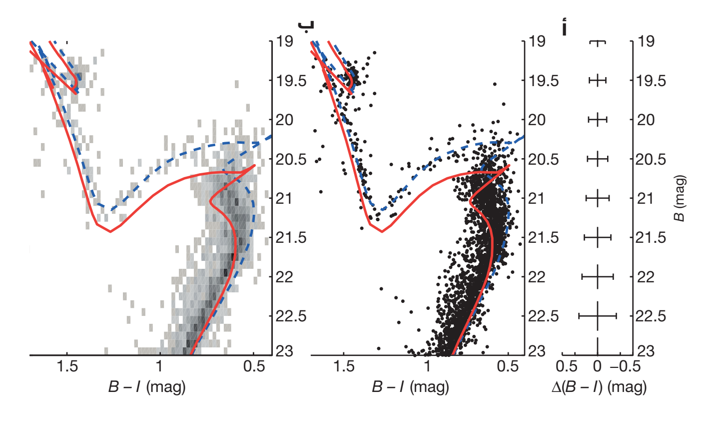
أعمار مختلفة للحشود النجمية

يكشف ترصُّد مرصد هابل الفضائي للحشد النجمي NGC 1651 عن توزيع لوني ساطع للنجوم، قديم بما فيه الكفاية للتخلي عن التسلسل الرئيس الذي يتسق مع وجود تجمُّع نجمي بسيط "وحيد العمر". يتعارض هذا الاستنتاج مع الرأي الحالي الشائع بأن الحشود التي يفوق عمرها 500 مليون عام ـ يبلغ عمر NGC 1651 حوالي 2 مليار عام ـ تتكون من تعدادات متعددة من النجوم مختلفة الأعمار. لا يجد الباحثون دليلًا لدعم وجود تعدادات متعددة، ويشيرون إلى أن مناطق انعطاف التسلسل الرئيس الممتدة المرصودة بالحشود النجمية متوسطة العمر ليست مؤشرًا على انتشار نجمي عمري واسع، لكنّ تدلّ على وجود تجمُّعات من النجوم سريعة الدوران.

The exclusion of a significant range of ages in a massive star cluster

C Li *et al*

doi:10.1038/nature13969



الشكل أسفله | التوزيع النجمي لـ NGC1651 بالفراغ اللوني القيمي. أ، مخطط اللون – القيمة، يشمل قياسات ضوئية غير يقينية نموذجية 3σ. تمثل الخطوط الزرقاء المتقطعة والحمراء المصمتة اتساقات الزمن لـ log[*t* (yr)] = 9.24 و log[*t* (yr)] = 9.34 على التوالي. **ب،** مخطط كثافة الرقم المُناظر (Hess).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أحياء خلوية

دفاع ضد مسبِّبات الأمراض البكتيرية

إنّ استجابة البروتين غير المطوي للميتوكوندريا (UPR^{mt}) هي استجابة للإجهاد الذي ينشِّط نسخ جينات المُرافِق للميتوكوندريا المرمزة نوويًّا؛ لتعزيز توازن البروتين داخل الميتوكوندريا. قدَّم مارك بيليجرينو أدلّة على أن الخلل الوظيفي في الميتوكوندريا، وتنشيط البروتين غير المطوي للميتوكوندريا (UPR^{mt}) يؤديان إلى زيادة تنظيم المناعة الفطرية، وتعزيز مقاومة المُمْرِض في دودة *Caenorhabditis elegans* المعرضة للإصابة ببكتيريا *Pseudomonas aeruginosa*.

Mitochondrial UPR-regulated innate immunity provides resistance to pathogen infection

M Pellegrino *et al*

doi:10.1038/nature13818

أمراض مُعْدِية

أين يذهب البعوض في فصل الجفاف؟

يظهر البعوض الحامل للملاريا فجأة عندما تأتي الأمطار إلى جنوب الصحراء الكبرى الأفريقية، لكنه يختفي في موسم الجفاف. كان سلوك البعوض خلال نصف العام الحالي لغزًا منذ فترة طويلة. أورد توفي ليمان وزملاؤه مسوح خمس سنوات لكثافات البعوض في جميع الأنحاء التي تكشف عن الأنماط الموسمية في الديناميات السكانية لثلاثة أنواع من ناقلات الأمراض الرئيسة، واستخدموا هذه البيانات لاستنتاج السلوك في موسم الجفاف. في اثنين من الأنواع (*Anopheles arabiensis* و *A. gambiae s.s.*) تتسق الديناميات مع الهجرة لمسافات طويلة، أما في الثالث (*Anopheles coluzzii*) فتتسق مع كُمُون للحشرات البالغة بموسم الجفاف. توضح هذه الاكتشافات للتاريخ الطبيعي فرصًا أساسية لتحسين مكافحة الملاريا، التي لا تزال تشكل تحديًا كبيرًا رئيسًا للصحة العامة.

Signatures of aestivation and migration in Sahelian malaria mosquito populations

A Dao *et al*

doi:10.1038/nature13987

الشكل أعلاه | خريطة الأولوية العالمية لتوسع نظام المنطقة المحمية عالميًّا.

علم البيئة

الحفاظ على الطبيعة غير المشروط

تهدف المحميات إلى التخفيف من الضغوط على التنوع البيولوجي، الناتجة عن العوامل البشرية، كفقدان الموطن. وتحقيقًا لتلك الغاية، فإن الهدف المتَّفَق عليه دوليًّا هو تمديد شبكة المناطق المحمية لتغطي 17% من مساحة اليابسة الأرضية بحلول عام 2020، لكن التنوع البيولوجي موزَّع بطريقة غير متساوية بين الدول والمَواطن، مما يطرح سؤالًا حول أي المناطق ينبغي حمايتها لتعظيم فعاليتها. يبيِّن فيديريكو مونتيسينو وآخرون أن التوسع الإحداثي الدولي لشبكة المناطق المحمية لهدف الـ17% يرفع الحماية المتوسطة لسلاسل الأنواع والمناطق البيئية إلى ثلاثة أضعاف. ومع ذلك.. فداخل البلد الواحد نجد أن ترتيب الأولويات أقل كفاءة بكثير. إضافة إلى ذلك.. فمع مراعاة التغيرات المتوقعة باستخدام الأراضي، وفقدان الموطن المترتب على ذلك حتى عام 2040، فإن مستويات الحماية الحالية لن تكون مجدية للمحافظة عليها، وسيواجه ما يزيد على 1,000 نوع مهدد انخفاضًا بنطاق توزيعهم لما يزيد على 50%. يقترح الباحثون بالتالي أنه يجب التنسيق على مستوى دولي لقرارات المناطق المحمية، وسياسة استخدام الأراضي، وذلك من أجل حفاظ فعال على التنوع الحيوي.

Global protected area expansion is compromised by projected land-use and parochialism

F Pouzols *et al*

doi:10.1038/nature14032

الشكل أعلاه | خريطة الأولوية العالمية لتوسع نظام المنطقة المحمية عالميًّا. إعطاء الأولوية لتوسع شبكة المنطقة المحمية عالميا، مع الأخذ في الاعتبار الأرض المتوقع استخدامها مستقبلًا (2040). تبين الأشرطة على اليسار توزيع مناطق التوسع الحالي (الرمادي) والمُقترَح (الأحمر) بواسطة خانات خطوط العرض. تم توزيع المناطق المحمية عالميًّا ≤ - 30° و ≥ 30°)، بينما سيتم تركيز جهود التوسع بالمناطق الاستوائية لتعظيم تغطية الأنواع والمناطق الإيكولوجية (75% من مناطق التوسع بين خطوط العرض – 30° و+ 30°). مصادر بيانات التحليل: الاتحاد الدولي للحفاظ على الطبيعة (IUCN)، قاعدة بيانات العالم للمناطق المحمية (WDPA) وقاعدة بيانات المناطق الإدارية العالمية (GADM).

السرطان

التحرير الجيني يكشف عن آليات سرطان الرئة

يسمح نظام استهداف الحمض النووي بنظام التحرير الجينومي كريسبر/كاس9 البكتيري (CRISPR/Cas9) بتحرير جينومي سريع ودقيق للخلايا الجسدية، ويبرهن على أنه أداة مفيدة لتوليد نماذج فئران من الأمراض التي تصيب البشر. أوردت مجموعتان في دراستين نُشرتا مؤخرًا في دورية *Nature* استخدام هذه التقنية لإدخال تعديلات وراثية موجودة في أورام الرئة البشرية إلى رئتي الفئران. قدَّم دانيلو مادالو وزملاؤه إعادة ترتيب لبروتين Eml4- Alk في رئة الفأر، ووجدوا أن بروتين الاندماج EML4-ALK الناتج يقود تطور أورام الرئة ذات تأثيرات نسيجية مماثلة لسرطانات الرئة البشرية التي تحمل هذا التغيير. إضافة إلى ذلك.. أظهروا أن مثبط كينيز ALK يؤدي إلى إضعاف الورم. وأظهر فرانسيسكو سانشيز ريفيرا وزملاؤه أن فقدان وظيفة عدة جينات معروفة كابتة للورم تتعاون مع تغيرات جينية أخرى في تعزيز تطور سرطان الرئة. وتتسبب تركيبات مختلفة من التعديلات الوراثية في أورام رئة بسِمَات جزيئية ونسيجية متميزة. تثبت هذه الدراسات قوة نظام التنقيح الجينومي كريسبر/كاس9 (CRISPR/Cas9) لسبر وظيفة الجينات المسرطنة المفترضة والجينات الكابتة للورم في نماذج الفأر بسرعة أكبر من طرق البحث السابقة.

***In vivo* engineering of oncogenic chromosomal rearrangements with the CRISPR/Cas9 system**

D Maddalo *et al*

doi:10.1038/nature13902

Rapid modelling of cooperating genetic events in cancer through somatic genome editing

F Sánchez-Rivera *et al*

doi:10.1038/nature13906

كيمياء حيوية

طَيّ جينوم حقيقيات النواة

إن جينومات الثدييات وذبابة الفاكهة *Drosophila* مرتبة في نطاقات ضخمة مرتبطة بالطوبوغرافيا يُطلق عليها "تاد" (TADs)، وتتميز حدودها بالمحتوى الغني من الارتباط بعامل CCCTC وبروتين كوهيزن Cohesin. أنجز شيف جريوال وزملاؤه تحليل (Hi-C) لدراسة تنظيم الجينوم ثلاثي الأبعاد في الخميرة *Schizosaccharomyces pombe*، لديها ميزات محفوظة وآليات موجودة في حقيقيات النواة، ووصفوا بِنَى شبيهة بنطاقات "تاد" (TAD) في الخميرة للمرة الأولى. كما وجدوا أيضًا نطاقات أصغر من تفاعلات الكروماتين المحلية على أذرع الكروموزوم، التي أطلقوا عليها "كريات". يتطلب تشكيل الكريات بروتين كوهيزن، وليس الكروماتين المغاير، بينما يبدو أن الكروماتين المغاير له دور تكميلي في جوانب متميزة من العمارة الجينومية، مثل التي عند الأجسام المركزية والتيلوميرات.

Cohesin-dependent globules and heterochromatin shape 3D genome architecture in *S. pombe*

T Mizuguchi *et al*

doi:10.1038/nature13833

عِلْم الأرض

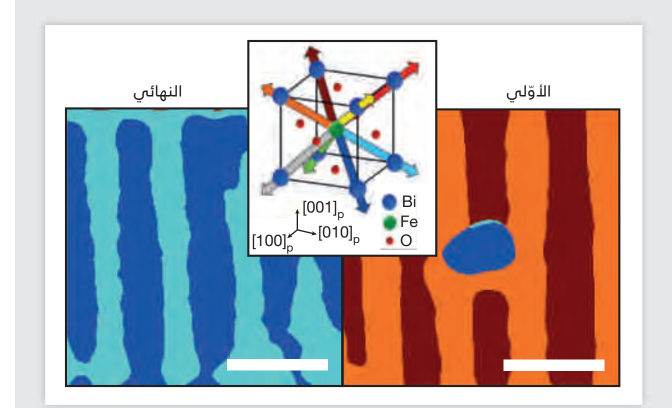
مصدر هيدروجيني تحت سطح الأرض

يمكن للهيدروجين الجزيئي الناتج بواسطة تفاعلات بين الماء والصخور تحت سطح الأرض وفوهات المحيط العميقة الحفاظ على الأنظمة البيئية الميكروبية. فقد كان يُعتقد أن إنتاج جزيئات الهيدروجين ينبع في الأساس من طبقة الليثوسفير البحرية، مع إسهام يمكن تجاهله من صخور ما قبل العصر الكامبري. يقدم الباحثون تصنيفًا عالميًّا لبيانات تركيزات جزيئات الهيدروجين، التي تحدد الفتات المائي بالسطح تحت القاري ما قبل الكامبري، كمنطقة نفوذ للكرة الهيدروجينية الأرضية المنتجة لجزيئات الهيدروجين بمعدل يمكن مقارنته بالتقديرات الناتجة من الأنظمة البحرية. ينقّح ذلك الاكتشاف فهْمنا لإنتاج الغازات المختزلة تحت سطح الأرض، وربما ساعد في استكشاف الحياة ببيئة المواضع العميقة.

The contribution of the Precambrian continental lithosphere to global H2 production

B Lollar *et al*

doi:10.1038/nature14017



علم المواد

القيام بخطوتي الاستقطاب العفوي

يتناسب جذب المواد متعددة الاستقطاب العفوي مع حقيقة أن خواصها المغناطيسية يمكن السيطرة عليها باستخدام المجالات الكهربية، لكن هناك مشكلة عملية: تذكر دراسات الوسائط الديناميكية الحرارية ضمنًا أن الشكل التقني المرغوب من التبديل المغناطيسي ـ انقلاب كامل، قدره 180 درجة ـ غير متاح. يبين الآن جون هيرون وزملاؤه نظريًّا وتجريبيًّا أنه يمكن التغلب على تلك العقبة الأساسية من خلال النظر في حركات عملية التحويل. أظهر الباحثون على وجه الخصوص إمكانية حث انقلاب مغناطيسي كامل كهربيًّا باستخدام تتابع ثنائي الخطوات من أحداث التحويل الجزئية. يشير ذلك الاكتشاف إلى طرق يمكن بها هندسة التحويل المغناطيسي الكهربي على النطاق النانوي المفيد تقنيًّا، واستهلاك الطاقة المنخفض، والإلكترونيات المغناطيسية غير المتطايرة.

Deterministic switching of ferromagnetism at room temperature using an electric field

J Heron *et al*

doi:10.1038/nature14004

الشكل أعلاه | تبديل استقطابي في خطوتين. صور اتجاه استقطاب للأطوار الأولية (قبل التبديل)، والنهائية لـ(($BiFeO_3$ (001)$_p$ /$SrRuO_3$ (001)$_p$ / $DyScO_3$ (110)). تم التبديل العمدي لمنطقة دائرية بالصورة الابتدائية. تبين الصورة المرفقة مخططًا للتوجهات الاستقطابية الثمانية المحتملة لـ$BiFeO_3$. مقياس البار: 500 نانومتر.

طب جزيئي

الفيروسات الرجعية.. وتعدُّد قدرات الخلايا

يحدد هذا التحليل واسع النطاق للخلايا الجذعية المُستحَثّة متعددة القدرات (iPS) والخلايا الجذعية الجنينيّة (ES) فئات فرعية من الخلايا تُظهِر نَسْخًا مرتفعًا للفيروس الرجعي داخلي المنشأ الخاص بالرئيسيات HERVH وخصائص الخلايا الأولية حديثة العهد. تَبَيَّنَ أن الفيروس الرجعي داخلي المنشأ الخاص بالرئيسيات وعامل النسخ LBP9 يدفعان التعبير عن النصوص المحددة للخلايا متعددة القدرات، بما في ذلك جزيئات الحمض النووي الريبي غير المرمزة الطويلة التنظيمية. يرى الباحثون أن هذه النتائج تشير إلى وجود دوائر نسخية محددة للرئيسيات، غير معروفة سابقًا، تنظِّم تعدد القدرات.

Primate-specific endogenous retrovirus-driven transcription defines naive-like stem cells

J Wang *et al*

doi:10.1038/nature13804

علم الأمراض

حلقات-R، وإنهاء النسخ

تَنْتُج عن غزو لولب الحمض النووي المزدوج بواسطة جزيء الحمض النووي الريبي بِنْيَة معروفة باسم حلقة-R، تتألف من هجين من الحمض النووي، والحمض النووي الريبي، وجديلة مفصولة من الحمض النووي. ولُوحظ وجود حلقات-R عبر بعض مواقع إنهاء النسخ، وتقترن بالإيقاف المؤقت لبوليميريز الحمض النووي الريبي. يبيِّن نيكولاس براودفوت وزملاؤه أن هناك حاجة إلى حلقات-R هذه للنَّسْخ المضاد للتعبير الذي ينتج ترسبًا لتعديل H3K9me2 القمعي، وتوظيف بروتين الكروماتين المغاير γ1 عبر عملية تداخل الحمض النووي الريبي. هذا الاستخدام لحلقات-R لتعديل حالة الكروماتين يعزز التوقف؛ وبالتالي يعزز الإنهاء.

R-loops induce repressive chromatin marks over mammalian gene terminators

K Skourti-Stathaki *et al*

doi:10.1038/nature13787

وراثة

الأصول الجنينيّة للأعضاء التناسلية

كان معروفًا لبعض الوقت أن الأطراف تشترك في بعض آليات التنميط الجزيئي، على الأقل مع الأعضاء التناسلية الخارجية. فقد فحص كليفورد تابين وزملاؤه الاتصال في مجموعة متنوعة من الحيوانات السلوية (الفقاريات البرية، باستثناء البرمائيات)، وتبين أن الاتصال أكثر تنوعًا. في الحرشفيات (الثعابين والسحالي) على سبيل المثال، تتكون الأعضاء التناسلية الخارجية من الأنسجة التي تنشئ القوائم الخلفية، بينما في الثدييات تتكون من نسيج برعم الذيل. الأمر المُحدِّد، على ما يبدو، هو الموضع النسبي على محور الجسم من المذرق – الفتحة المشتركة البدائية للمسالك البولية، والجهاز الهضمي والمسالك التناسلية – الذي هو (مركز تنظيم) مهم في التطور.

A relative shift in cloacal location repositions external genitalia in amniote evolution

P Tschopp *et al*

doi:10.1038/nature13819

أحياء جزيئية

ابتكار أجسام مضادة لمضاد الإنفلونزا

عن طريق إعادة بناء أشجار الأنساب للعديد من نسخ خلية بائية بشرية خاصة من فيروسات الإنفلونزا، حدَّد أنطونيو لانزافيكتشيا وزملاؤه مسارًا رئيسًا مؤديًا إلى أجسام مضادة محيّدة على نطاق واسع، عالية الألفة، ضد المناطق الجذعية لجزيئات الهيماجلوتينين الفيروسية. تمنح طفرة نقطة واحدة في معظم الحالات تقييدًا ذا ألفة عالية، ونشاط تحييد مع الطفرات اللاحقة، وتزيد من قوة الاستجابة.

Rapid development of broadly influenza neutralizing antibodies through redundant mutations

L Pappas *et al*

doi:10.1038/nature13764

مراقبة جودة البروتين عند الغشاء النووي

يتوسط مسار انحلال البروتين المرتبط بالشبكة الإندوبلازمية (ERAD) توازن البروتين في الخلايا بوَسْم البروتينات سيئة الطَّيّ في الشبكة الإندوبلازمية ببروتين يوبيكويتي، وهو ما يترتب عليه تحلل البروتينات التي تمت إضافة اليوبيكويتين إليها في وقت لاحق داخل السيتوبلازم. وقد دَفَعَ اتصال الغشاء النووي بغشاء الشبكة الإندوبلازمية مايكل نوب وزملاءه للتساؤل عما إذا كانت عملية مراقبة جودة البروتين تعمل أيضًا في الغشاء النووي الداخلي (INM)، أم لا. وجد الباحثون أن هناك بالفعل مسار انحلال للبروتين عند الغشاء النووي الداخلي، متميزًا عن مسار انحلال البروتين المرتبط بالشبكة الإندوبلازمية، وإنْ كان مكمِّلًا له، ويتوسطه مركب بروتين Asi. وقد حدَّد فحص غير متحيِّز لمكتبة على نطاق الجينوم في الخميرة أكثر من 50 ركيزة لهذا المسار، يبين أنه يمكن أن يكون لها دور في انحلال البروتينات الغشائية التكاملية سيئة التموضع في الغشاء النووي الداخلي. يرى الباحثون أن هذا المسار الشبيه بمسار انحلال البروتين المرتبط بالشبكة الإندوبلازمية قد يضمن استبعاد بروتينات غير مناسبة من النواة.

Protein quality control at the inner nuclear membrane

A Khmelinskii *et al*

doi:10.1038/nature14096

البِنْيَة الكاملة لبوليميريز A

أوضح ستيفن كوزاك وزملاؤه البِنْيَة البلورية الكاملة لبوليميريز الإنفلونزا، المكوَّنة من وحدات فرعية (PA وPB1 وPB2)، مقيدة بمُحَفِّزها الحمض النووي الريبي الفيروسي. وقدموا في أول ورقة من ورقتين بحثيّتين بِنْيَة بوليميريز من فيروس الإنفلونزا A الخاص بالخفافيش، وهو قريب تطوريًّا لسلالات فيروس إنفلونزا A بالبشر والطيور. تعرض الورقة البحثية الثانية بِنْيَة بوليميريز من عزلة بشرية للإنفلونزا B. وتوفر البِنْيَتان معًا ثروة من المعلومات حول كيفية عمل بوليميريز الإنفلونزا، وكيفية تفاعل الوحدات الفرعية المختلفة مع بعضها البعض.

Structure of influenza A polymerase bound to the viral RNA promoter

A Pflug *et al*

doi:10.1038/nature14008

Structural insight into cap-snatching and RNA synthesis by influenza polymerase

S Reich *et al*

doi:10.1038/nature14009

الشكل أسفله | البنية العامة لمركب بوليمريز فيروس إنفلونزا الخفافيش (أ) مع محفز الحمض النووي الريبي الفيروسي vRNA. أ، ب، منظران شريطيان مرمزان لونيا وفقا لبنية المجال

فسيولوجيا جزيئية

مسار جديد لتنشيط الدهن البُنِّي

عقب التعرض للبرودة، يتم تنشيط النسيج الدهني البُنِّي BAT- النسيج الدهني الحارق للطاقة، والهدف المحتمَل لمكافحة السمنة - من قِبَل الجهاز العصبي الذاتي، وإطلاق النورادرينالين، ومستقبِلات بيتا (β) الأدرينالية. أوردت دراسات سابقة التأثيرات المثبطة للأدينوسين المرسال البوريني في النسيج الدهني البُنِّي من الفئران. تُظْهِر هذه الورقة البحثية أن تعريض الفئران لناهضات مستقبِل الأدينوسين A_{2A} يحفز تبديد الطاقة عن طريق الدهن البُنِّي، ويحمي الفئران من السمنة الناجمة عن النظام الغذائي. يشير هذا العمل إلى أن مسار تأشير الأدينوسين/A_{2A} الذي تم إغفاله سابقًا يلعب دورًا أساسيًّا في توازن الطاقة، ويمكن أن يوفر أهدافًا للعلاجات المضادة للبدانة.

Adenosine activates brown adipose tissue and recruits beige adipocytes via A_{2A} receptors

T Gnad *et al*

doi:10.1038/nature13816

نموذج مختبري لغشاء المعدة المخاطي

يصف جيمس ويلز وزملاؤه توليد جيل من عضيات ثلاثية الأبعاد للمعدة البشرية (hGOs) مختبريًّا باستخدام الخلايا الجنينية البشرية والخلايا الجذعية المُستحَثّة متعددة القدرات كمادة بادئة. تحتوي العضيّات ثلاثية الأبعاد للمَعِدَة البشرية ظهارة معدة فسيولوجية تضم كلًّا من خلايا السلف، وأنواع الخلايا المتمايزة، ولها خصائص وظيفية متوقعة. استخدم الباحثون العضيّات ثلاثية الأبعاد للمَعِدَة البشرية؛ لنمذجة استجابة المعدة البشرية الفسيولوجية المرضية للبكتيريا المُمْرِضة *Helicobacter pylori*. قد يكون هذا النظام الجديد في المختبر مفيدًا لتوضيح الآليات الكامنة لتنمية المعدة البشرية والمرض.

Modelling human development and disease in pluripotent stem-cell-derived gastric organoids

K McCracken *et al*

doi:10.1038/nature13863



غلاف عدد 1 يناير 2015

طالع نصوص الأبحاث في عدد 1 يناير من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

فيزياء

التوصيل الكَمِّي بالجسيمات المتعادلة

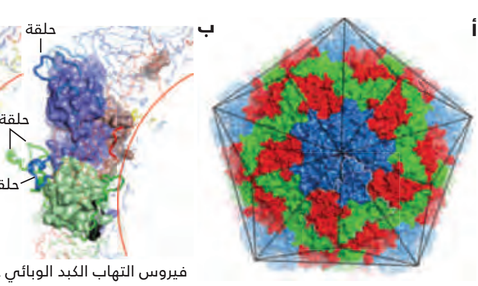
وفق نظرية النقل الكلاسيكية، يمكن لأي نظام أن يتبنى القدرة على التوصيل الكهربي، لكن بالمنظومة الكَمِّيَّة يُسمح فقط بخطوات منفصلة على التوصيل. ويمكن توصيف تلك الظاهرة بسهولة، حيث تم رصدها بأنظمة ذات شحنات كهربية، كالوصلات المعدنية، أو الغازات الكهربية مرتفعة الحركة، وذلك باستخدام نظرية ابتكرها رولف لانداور في عام 1957. يبين تيلمان إسلينجر وزملاؤه التوصيل الكَمِّي بمنظومة لانداور للمادة المتعادلة باستخدام غاز ذري بارد. يتم فصل غاز فيرميوني منحل شبيه بالسيجار في تجربتهم إلى خزانين موصولين بواسطة قناة ثنائية الأبعاد، مع نقطة توصيل كَمِّيَّة موجَّهة بصورة معدنية lithographically إلى القناة. يسمح مستوى التحكم المرتفع بهذا الإعداد الغازي الذري البارد بضبط المعايير الحيوية، بما في ذلك قوة التفاعل والاحترار، وقد يكون مفيدًا في دراسة الظواهر الغريبة، كأطوار الحد الطوبولوجي في المستقبل.

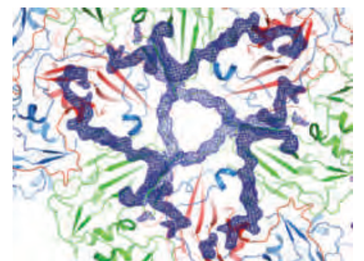
Observation of quantized conductance in neutral matter

S Krinner *et al*

doi:10.1038/nature14049

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية





علم الفيروسات

بِنْيَة فيروس التهاب الكبد الوبائي (أ)

فيروس التهاب الكبد الوبائي (أ) هو فيروس بيكورناوي يسبب عددًا كبيرًا من الوفيات، لكن على الرغم من توافر اللقاحات، فالآلية التي يتم بواسطتها تأسيس عدوى الفيروس لا تزال غير مفهومة تمامًا. وَفَّرَ شيانجشي وانج وزملاؤه البِنَى البلورية عالية الاستبانة لجسيمات كل من فيروس التهاب الكبد الوبائي (أ) الناضج والفارغ التي تشرح بعض من الخصائص غير العادية للفيروس، مثل مقاومته لدرجات الحرارة العالية، واقتراح آلية دخول جديدة. تشبه البِنْيَة ثلاثية الأبعاد الفيروسات التي تصيب الحشرات الشبيهة بالبيكورنا، مما يعني أنه حلقة تطوُّرية بين الفيروسات البيكورناوية "الحديثة" وسلائف الفيروسات التي تصيب الحشرات الأكثر "بدائيَّةً".

Hepatitis A virus and the origins of picornaviruses

X Wang *et al*

doi:10.1038/nature13806

الشكل أعلاه | البنية العامة. أ، السطح الذى يمكن الوصول إليه من فيروس التهاب الكبد الوبائي (أ) (HAV) (البروتين الفيروسي الأول VP1، أزرق، البروتين الفيروسي الثاني VP2، أخضر، البروتين الفيروسي الثالث VP3 ، أحمر في جميع اللوحات). الخطوط السوداء، أوجه الجسيمات، والخط العريض الأبيض، البروتومر الحيوي. **ب،** سطح البروتومر الحيوي لفيروس التهاب الكبد الوبائي (أ) وفيروس شلل الأطفال. يتم رسم الحلقات التي تشكل جدران وادٍ ضيق في فيروس شلل الأطفال أكثر سمكًا. **ج،** السطح الكهربائي الساكن لفيروس التهاب الكبد الوبائي (أ) (محسوب باستخدامAPBS في برنامج PyMOL). الأحمر، سالب؛ الأزرق، موجب؛ الأبيض، محايد؛ أيونات الكبريتات، الأصفر. **د،** فيروس التهاب الكبد الوبائي (أ) من الداخل. الأزرق، موجب | F_o-F_c | تظهر كثافة الإلكترونات المحسوبة من خلال أخْذ فيروس التهاب الكبد الوبائي (أ) الفارغ من صورته المتموضعة أن البروتين الفيروسي الأول VP1 2-28 (كثافة أكثر قتامة) والبروتين الفيروسي الثاني VP2 5-17، يتم تعريفهما على نحو أفضل في الجسيمات الكاملة.

علم المواد

هُلَام مُنَمْذَج على الغضروف المفصلي

يركز تصميم المواد بشكل كبير على تفاعلات الجذب، كما هو الحال في المركبات القائمة على البوليمرات المتقدمة، التي تستغل التفاعلات بين المواد المالئة غير العضوية ومصفوفة بوليمر. يمكن أيضًا تسخير التنافر الإلكتروستاتيكي؛ للحصول على تأثير جيد، كما يتبين من الغضروف المفصلي الذي يغطي نهايات العظام ، حيث تشكل المفاصل، ليوفر شبه انعدام لاحتكاك الحركة الميكانيكية. طَوَّر مينجي ليو وزملاؤه ـ بأخْذ هذا الغضروف كنموذج ـ هُلامًا مائيًّا ذا خواص ميكانيكية يهيمن عليها التنافر بين الصفائح التيتانيّة النانوية سالبة الشحن المضمنة بداخلها. تتشوَّه المادة بسهولة حين يتم قَصّها بالتوازي مع الصفائح، ولكنها تقاوم القوى الانضغاطية المطبقة عموديًّا. يمكن لمركبات من هذا النوع أن تفتح إمكانات جديدة لتطوير مواد لَيِّنَة بوظائف غير اعتيادية.

An anisotropic hydrogel with electrostatic repulsion between cofacially aligned nanosheets

M Liu *et al*

doi:10.1038/nature14060

خلايا جذعية

مستقبِل بروتين C، وتعدد قدرات الخلية

حدد يي تشنج وزملاؤه مستقبِل بروتين C Procr عن طريق الزرع واستراتيجيات تتبُّع النَّسب، وهو هدف لبروتينات Wnt تأشير في الغدة الثديية، كعلامة للخلايا الجذعية الثديية. يُعبِّر عن مستقبِل بروتين C (Procr) حصريًّا في مجموعة فرعية صغيرة من الخلايا الجذعية/القاعدية، لكن ليس بالتجمعات اللمعية، للغدد الثديية للفأر. ويرى الباحثون أن عملية تحديد هوية هذه الفئة من التجمعات للخلايا الجذعية متعددة القدرات الثديية يمكن أن تكون مهمة لفهم بدء الإصابة بسرطان الثدي.

Identification of multipotent mammary stem cells by protein C receptor expression

D Wang *et al*

doi:10.1038/nature13851

بيولوجيا بنيوية

تنقيح بِنْيَة المنظومة الضوئية الثانية

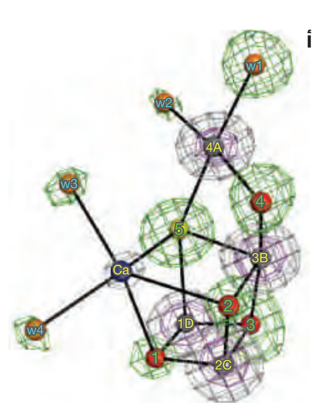
قام جيان-رن شِن وزملاؤه الآن بحل البنية مرتفعة دِقَّة الفَصْل لتجمع غشاء "المنظومة الضوئية الثانية" PSII من بكتيريا *Thermosynechococcus vulcanus*. شكل تجمع غشاء المنظومة الضوئية الثانية الذي يحول الأكسجين إلى أكسجين ثنائي بـ"مركب الأكسجين المتطور" OEC مشكلة لعلماء البيولوجيا البنيوية، حيث إنه عرضه للتلف بواسطة الأشعة السينية أثناء اختبارات الرسم البللوري. استخدم هؤلاء الباحثون نبضات ليزر سِينيّة نانوية الزمن، وبلورات "المنظومة الضوئية الثانية" مرتفعة الجودة لتحديد المسافات بين الذرية داخل المركز الحفزي للانفصال المائي بدقة عالية، واكتشفوا أن معظم المسافات بين الذرية كانت أقصر مما تم تحديده في السابق. ستساعد تلك المعرفة في تصميم عوامل حفّازة صناعية لأكسدة المياه.

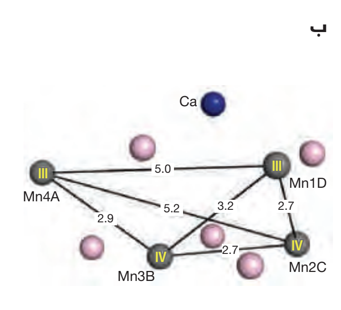
Native structure of photosystem II at 1.95Å resolution viewed by femtosecond X-ray pulses

M Suga *et al*

doi:10.1038/nature13991

الشكل أسفله | البنية الذَّرِّيَّة لمركّب الأكسجين المتطور OEC بواسطة ليزر الأشعة السينية للإلكترون الحر بنطاق الفيمتوثانية XFEL. أ، خرائط الكثافة الإلكترونية لمركب الأكسجين المتطور. الرمادي، خريطة $2mF_o - DF_c$ المكيفة طرفيًّا عند 7σ؛ الأرجواني، خريطة $2mF_o - DF_c$ المكيفة طرفيًّا عند 15σ؛ الأخضر، خريطة $mF_o - DF_c$ المكيفة طرفيًّا عند 7σ؛ تم حساب خريطة $2mF_o - DF_c$ قبل وضع أي ذرات بمركب الأكسجين المتطور، وحساب خريطة $mF_o - DF_c$ بعد إدخال ذرات المنجنيز والكالسيوم ولكن من دون ذرات الأكسجين والماء. الرموز اللونية للذرات: الرمادي، المنجنيز؛ الأزرق، الكالسيوم؛ الأحمر، الأوكسو أكسجين؛ الأصفر، O5؛ البرتقالي، الماء؛ تشير الأرقام 1 – 4 بالكرات الحمراء إلى الذرات O1 – O4، وتشير الرموز 1D و 2C و 3B و 4A إلى أيونات المنجنيز الأربعة التي تستمد أسماءها من قِبَل مزيج من التركيب البلوري والترقيم السابق لبنية الامتصاص الدقيقة للأشعة السينية الموسعة EXAFS. **ب،** المسافات بين ذرتي المنجنيز بمركّب الأكسجين المتطور (بالأنجستروم). تشير الأرقام الرومانية بالكرات إلى تكافؤ ذرات المنجنيز المخصصة بذلك العمل. تَظهَر ذرات الأكسجين بمركّب الأكسجين المتطور باللون الوردي.





فَلَك

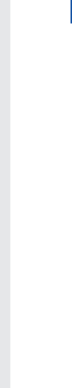
منظور جديد للبواطن النجمية

يتم التحكم في حالات الحرارة الداخلية للشمس والنجوم الأخرى بشكل كبير بواسطة معدل الإشعاع الممتص بواسطة المادة النجمية. لم يكن من الممكن حتى الآن تحديد عَتَمَة المادة بالظروف شبه النجمية بالمختبر، لكن جيمس بيلي وآخرون حققوا هذا الإنجاز باستخدام منشأة مختبرات Z الوطنية، وهي مولِّد الأشعة السينية الأقوى في العالم. تكشف التجارب عن عَتَمَة حديد محللة الطول الموجي، تفوق ما تم التنبؤ به في ظروف مشابهة للغاية لتلك الموجودة في حدود نطاق الإشعاع / التوصيل الحملي بالشمس بما يبلغ 30 إلى 400 ضعف. قامت القياسات السابقة للبواطن النجمية على رصد للموجات السطحية، وكانت هناك تباينات جسيمة بين التنبؤات النظرية والرصد. تفسر القياسات الجديدة حوالي نصف التعديل لأشكال العَتَمَة المطلوبة لاستعادة التوافق بين نماذج الشمس القياسية والرصد.

A higher-than-predicted measurement of iron opacity at solar interior temperatures

J Bailey *et al*

doi:10.1038/nature14048



فَلَك

تفسير تلال قمر تيتان

تشبه الكثبان الرملية على سطح قمر تيتان ـ من خلال الصورة الملتقَطة بواسطة جهاز رسم خرائط رادار مركبة "كاسيني" في 21 ديسمبر 2008 (الجزء العلوي من الصورة) ـ تلك الموجودة بخليج كونسيبشن بصحراء ناميبيا، والمرئية هنا من ارتفاع 283 كم بصورة طاقم ناسا STS107-E-5380 (الجزء السفلي من الصورة). كشفت مهمة سفينة ناسا "كاسيني" ـ التي ما زالت هناك ترسل بيانات من نظام زحل ـ تلالًا رملية ريحيّة ممتدة (مكونة بواسطة الرياح) على سطح قمر تيتان، وهو أكبر أقمار زحل. استخدم ديفون بور وآخرون نفق رياح عالي الضغط؛ لمحاكاة الغلاف الجوي السميك قرب السطح على قمر تيتان، واشتقوا سرعات الرياح الضرورية لتحريك الرمال التلاليّة على تيتان، وذلك من خلال المحاكاة العددية للجاذبية المنخفضة، وكثافة الرسوبيات المنخفضة. تلك السرعات أعلى بكثير مما تم التنبؤ به من خلال النماذج الحالية للسحب الرسوبي بواسطة الرياح، التي تقوم على اختبارات نفق الريح تحت الظروف ذات الصلة بالأرض والمريخ. يمكن التوفيق بين النتائج التجريبية والعمل النظري، إذا تم أخذ النسبة شديدة الانخفاض لكثافة الجسيمات إلى المائع بقمر تيتان في الاعتبار، وهو التصحيح غير المطلوب لبيئات نسب الكثافة المرتفعة كالنفاثات على المُذَبَّبات.

Higher-than-predicted saltation threshold wind speeds on Titan

D Burr *et al*

doi:10.1038/nature14088

الشكل أعلاه | نفق رياح تيتان مع وسم المكونات المهمة. المنفذ الجانبي لرصد الرياح، الذي يتم من خلاله تسجيل البيانات يقع في أقصى يمين منافذ الرصد الموسومة.

كيمياء حيوية

الانتقائية الريبوزومية، والتنظيم الجيني

إنّ الريبوزومات جميعها لا تتساوى مع بعضها البعض. فقد أشارت دراسات حديثة إلى أن بروتينات ريبوزومية مختلفة يمكن أن تضفي خصوصية، حيث يمكن أن تترجم الريبوزومات المتخصصة بعض النصوص فقط. وبدراسة فك تتابعات الحمض النووي الريبي للمناطق غير المترجمة ´5 داخل جين *Hox*، اطلعت ماريا بارنا وزملاؤها على أساس هذه الخصوصية. وجدوا أن عنصرًا شبيهًا بموقع دخول ريبوزوم داخلي معين بالقرب من موقع البداية يسهل توظيف الريبوزومات التى تحتوي على البروتين الريبوزومى الكبير RPL38. وتحتوي المجموعة الفرعية من جزيئات الحمض النووي الريبي المرسال mRNAs هذه أيضًا على ما أطلَق عليه الباحثون "عنصرًا مثبطًا متعدِّيًا" TIE يمنع الوضع المعياري للترجمة المعتمدة على القبعة. يمنح هذا التنظيم ذو الشقين للترجمة سيطرة من خلال ريبوزوم متخصص خلال أحداث تنموية مهمة.

RNA regulons in *Hox* 5′ UTRs confer ribosome specificity to gene regulation

S Xue *et al*

doi:10.1038/nature14010

بنيّة إنزيم التخلق الحيوي للكوليسترول

توجد مركبات الإستيرولات في الحيوانات والنباتات والفطريات وبعض بدائيات النوى، حيث إنها تخدم طائفة واسعة من الوظائف البيولوجية. ومركَّب الإستيرول الأكثر وفرة في الحيوانات هو الكوليسترول، الذي يساعد على الحفاظ على قوة ونفاذ غشاء البلازما. يُعَدّ الكثير من الإنزيمات الغشائية التكاملية ضروريًّا لتخليق الكوليسترول، لكنّ عددًا بسيطًا من هذه الإنزيمات تم تحديد تركيبه. أورد شياوتشون لي وزملاؤه أن البنية البلورية بالأشعة السينية للإسترول المختزل Δ^{14} من البكتيريا المُحِبَّة للميثان *Methylomicrobium alcaliphilum* عند استبانة 2.7 أنجستروم. وهذا الإنزيم هو المناظر للإنزيمات البشرية C14SR وDHCR7، وهي الإنزيمات التي تختزل روابط مزدوجة من الكربون-الكربون محددة في مسار التخلق الحيوي للكوليسترول. تكشف بِنْيَتها أن هناك جيبين مترابطين، أحدهما مواجه للسيتوبلازم، ويحتوي على جيب مقيد لفسفاتِ ثنائي نكليوتيد النيكوتين والأدنين المختزل NADPH، والآخر يحتوي على تجويف مواجه لطبقة ثنائية شحمية قد تحتوي على جيب مقيد للستيرول. يوفر تحليل بنية هذا الإنزيم قليلًا من المعرفة عن (كيف تؤدي الطفرات المحددة في DHCR7 وLBR إلى الأمراض التي تصيب الإنسان).

Structure of an integral membrane sterol reductase from *Methylomicrobium alcaliphilum*

X Li *et al*

doi:10.1038/nature13797

دور جزيء ISG15 كمضاد للالتهابات

أظهر تشانغ زيانكين وزملاؤه أن جزيء ISG15 الموجود بداخل الخلايا ـ وهو جزيء يشبه اليوبيكويتين، ومحفِّز بالإنترفيرون ـ يعمل كمنظم سلبي للنوع الأول من الإنترفيرون (ا). يؤدي نقص جزئ ISG15 في البشر إلى فشل في المحافظة على مستويات كافية من

USP18، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة في إنتاج النوع الأول من الإنترفيرون والتأشير، ويساعد على انتشار مرض الالتهاب الذاتي. يشير هذا العمل إلى أن الدور الأساسي لجزيء ISG15 في البشر ليس كمضاد للفيروسات ـ وهي الإمكانية التي دُرِسَت كثيرًا في الماضي ـ وإنما هو لمنع الالتهاب الذاتي المعتمِد على IFN-α/β.

Human intracellular ISG15 prevents interferon-α/β over-amplification and auto-inflammation

X Zhang *et al*

doi:10.1038/nature13801

فسيولوجيا الخلية

بِنْيَة مُستقبِل ريانودين

يُنظِّم تقلص العضلات من خلال تركيز أيونات الكالسيوم في سيتوبلازم خلايا العضلات. ويُطْلِق مستقبِل ريانودين (RyR) أيون الكالسيوم Ca^{2+} من الشبكة الهيولية العضلية؛ للحث على تقلص العضلات. يسهم الخلل الوظيفي لهذه القنوات في الإصابة ببعض الأمراض البشرية المهمة، بما في ذلك ضمور العضلات. أوردت ثلاث ورقات بحثية نُشرت مؤخرًا في دورية *Nature* بِنَى مجهر إلكترون تبريد العينة عالية الاستبانة لمستقبِل ريانودين RyR1 بكتلة جزيئية قدرها 2.2 ميجا دالتون (2.2 مليون دالتون). وأورد إفريموف وزملاؤه بِنْيَة مستقبِل ريانودين RyR1 للأرنب عند استبانة 8.5 أنجستروم في وجود أيون الكالسيوم Ca^{2+} في حالة "مفتوحة جزئيًّا"، وعند استبانة 6.1 أنجستروم في غياب أيون الكالسيوم Ca^{2+} في حالة مغلقة. وأورد زالْك وزملاؤه بِنْيَة مستقبِل ريانودين RyR1 للأرنب عند استبانة 4.8 أنجستروم في غياب أيون الكالسيوم Ca^{2+} في حالة مغلقة. كما أورد يان وزملاؤه بِنْيَة مستقبِل ريانودينRyR1 للأرنب المقيد إلى FKBP12 عند استبانة قرب ذَرِّيَّة 3.8 أنجستروم. وتكشف هذه الأوراق البحثية كيف ينظم الكالسيوم المقيد إلى نطاق EF لمستقبِل ريانودين RyR1 فتح القناة، ويسهِّل إطلاق الكالسيوم المستحث بالكالسيوم. لاحظ الباحثون أن الطفرات المسبِّبة للمرض تتجمع في مناطق القناة التي يبدو أنها حرجة لوظيفة القناة العادية، بما في ذلك الواجهات بين NTD من كل بروتومير (التي تشكل الدهليز المركزي للقناة)، وبقايا الأحماض الأمينية التي تتوسط الاتصالات بين الثغرة والتجمع العصاري الخلوي.

Architecture and conformational switch mechanism of the ryanodine receptor

R Efremov *et al*

doi:10.1038/nature13916

Structure of a mammalian ryanodine receptor

R Zalk *et al*

doi:10.1038/nature13950

Structure of the rabbit ryanodine receptor RyR1 at near-atomic resolution

Z Yan *et al*

doi:10.1038/nature14063

علم المناخ

الدوران بالأطلسي أثناء الدورة الجليدية

أظهرت الأبحاث السابقة أن الدورة الانقلابية الجنوبية الأطلسية (AMOC) ـ مصدر التحكم الرئيس عبر الدورة المحيطية والمناخ الإقليمي ـ ربما تكون قد انخفضت بشدة أثناء الفترات الباردة منذ الذروة الجليدية الأخيرة. وما زال مدى ومدة تلك الانخفاضات غير واضحَين، ويرجع ذلك ـ في الأغلب ـ إلى قلة سجلات المناخ القديم ذات الصلة. يوفر يورج ليبولد وزملاؤه حاليًّا مجموعة بيانات شاملة لاثنين من الوكلاء المستقلين للدورة المحيطة ـ آثار مياه كيميائية من عيِّنات رسوبية شمال غرب أطلسية عميقة ـ للفترة التي تعود إلى 140,000 عام. وإعادة بناء المناخ تبيِّن أن الدورة الانقلابية الجنوبية الأطلسية قد عانت اختزالات قوية فقط أثناء أحداث هاينريش (حلقات هائلة من تحرر الجبال الجليدية) التي حدثت بالقرب من الفترات الجليدية الأكثر حدة. وإلى جانب ذلك.. فقد كانت الدورة الانقلابية الجنوبية الأطلسية مستقرة بشكل ملحوظ، مما يشير إلى أن تلك الدورة قد تكون أكثر مقاومة للاضطرابات التي كان يُعتقد في حدوثها سابقًا.

Strong and deep Atlantic meridional overturning circulation during the last glacial cycle

E Böhm *et al*

doi:10.1038/nature14059

الشكل أعلاه | أنماط افتراضية للدورة الانقلابية الجنوبية الأطلسية AMOC. تصف الرسوم التخطيطية التفاعل بين لُبّ كتل المياه شمالية المصدر NSW (الأحمر) والمياه جنوبية المصدر SSW (الأزرق) الرسوبية السابحة بموقع ODP 1063 (النجمة السوداء). تهيمن التهوية العميقة لمياه شمال الأطلسي العميقة NADW على النمط الدافيء. عند الموقع ODP 1063 يتجلى ذلك من خلال انخفاض$^{231}Pa/^{230}Th$ وتوقيعات ε_{ND} غير المشع (السالبة) (الانحراف، مقاس بأجزاء من كل 10,000 من نسبة الـ$^{143}Nd/^{144}Nd$ من تلك الخاصة بالمخزون الكوندريتي الموحد). مياه قاع المنطقة القطبية الجنوبية، AABW.

وراثة

طريق الخروج

تقود الفسفرة بكينيز الانقسام الميتوزي بَدْء وتطوُّر الانقسام الميتوزي، وهو نوع من انقسام الخلايا، يحدث أثناء نمو الأنسجة العادية. وتُيسِّر هذه العملية بقمع إنزيمات فوسفاتيز، لكن نشاط الفوسفاتيز مطلوب أثناء الخروج الميتوزي، ولذلك.. تجب استعادته. يصف إيان هاجان وزملاؤه فوسفاتيز الانقسام الميتوزي المتتابع في الخميرة الانشطارية تتابع بين اثنين من إنزيمات فوسفاتيز الرئيسة PP1 و PP2A، وهو نمط من التنظيم الذي قد يكون سمة من سمات تأشير الشبكات عبر حقيقيات النوى.

A PP1–PP2A phosphatase relay controls mitotic progression

A Grallert *et al*

doi:10.1038/nature14019

اسـتيراد الجينات.. وتطوُّر البكتيريا

يُعتبر نقل الجينات الجانبي (أو الأفقي) بين الخلايا الفردية عاملًا مهمًّا في تطور الجينوم، وتشكيل الأنواع في بدائيات النوى، مثل البكتيريا الخضراء المزرقّة، أو البروتيوبكتيريا (Proteobacteria). تبين هذه الدراسة للتوزيع الجيني والفيلوجيني (أشجار الأنساب) في 134 من جينومات البكتيريا العتيقة أنّ أصول 13 تصنيفًا من التصنيفات العليا التي يتم التعرف عليها تقليديًّا في البكتيريا العتيقة تتوافق مع 2,264 من الاستحواذ الجيني الجانبي الخاص بمجموعة من البكتيريا. يُعَدّ اتجاه التحويل من البكتيريا إلى البكتيريا العتيقة أكثر تواترًا بخمسة أضعاف من الاتجاه المعاكس. ويمثل هذا الاستحواذ للوظائف الأيضية من البكتيريا الابتكارات الرئيسة في أصل تصنيفات البكتيريا العتيقة العليا.

Origins of major archaeal clades correspond to gene acquisitions from bacteria

S Nelson-Sathi *et al*

doi:10.1038/nature13805

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

صندوق الأدوات

أدوات البرمجة: مغامرات في بحر "لغة الآر R"

دليل لفهم البرنامج المجاني المشهور في مجال الإحصاء وعرض البيانات، الذي يتيح للعلماء السيطرة على عملية تحليل البيانات الخاصة بهم.

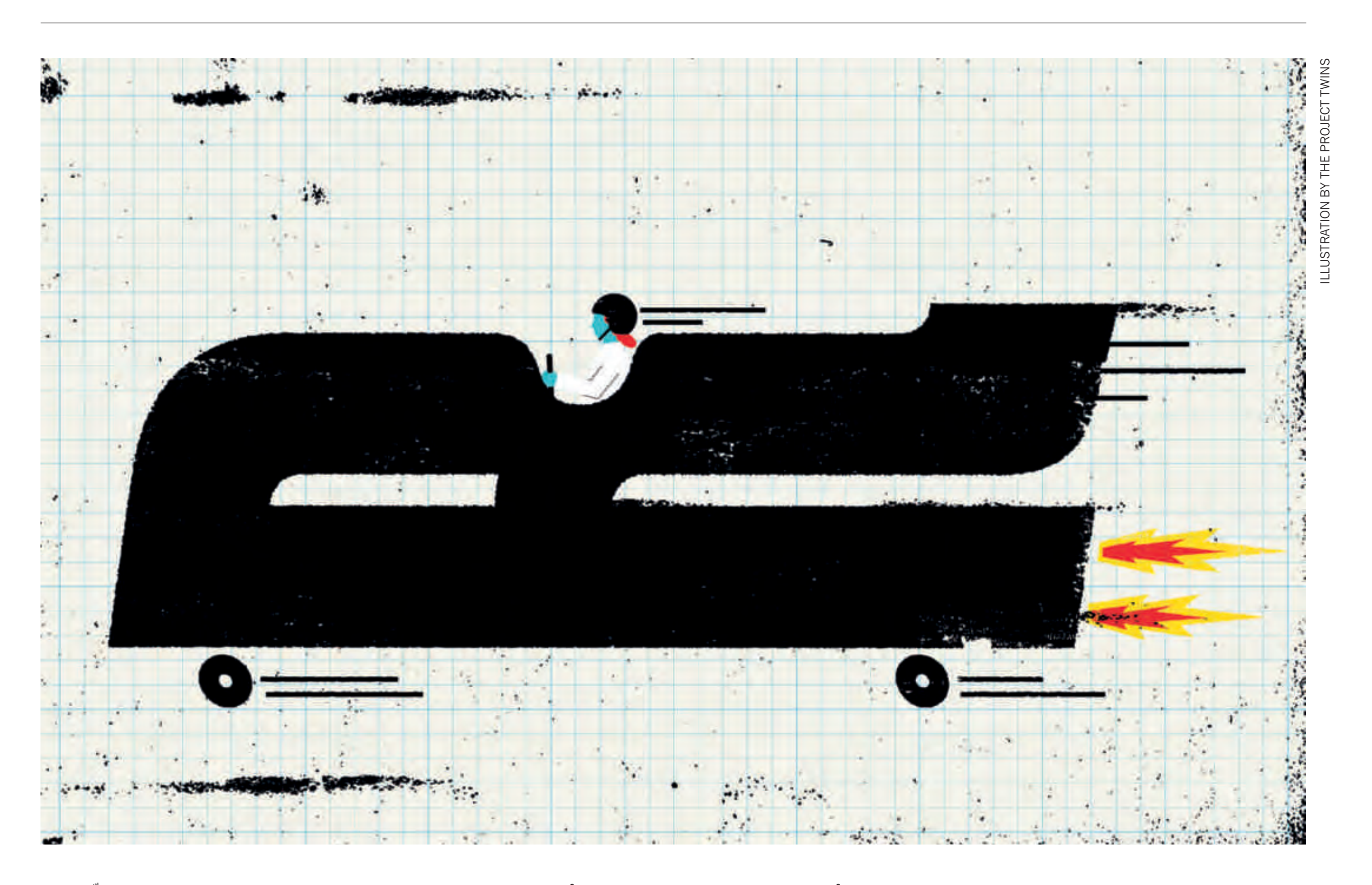


ILLUSTRATION BY THE PROJECT TWINS

سيلفيا تيبمان

استخدَمت أخصائية علم الوراثة، هيلين رويو، برنامجًا تجاريًّا لتحليل نتائجها، حيث كانت تستخرج الحمض النووي من الخلايا المنوية النامية للفئران، وترسلها للتحليل، ثم تستعين بحزمة برمجية تُسمَّى "جين سبرينج" GeneSpring لدراسة هذه النتائج. تَعارَض هذا مع تفكيرها كعالمة؛ فصرَّحت قائلة: "أردتُ أن أفهم كل ما أمارسه، لكن هذا النوع من التحليل لم يعطني تلك الفرصة، فكنت أضغط على بعض الأزرار؛ لأحصل على إجابات فقط". وعندما تبحَّرتُ في دراسات مقارنة النشاط الجيني بمختلف الكروموسومات، أدركت أن أداة تجارية كهذه لن تتماشى مع متطلباتها في معالجة البيانات.

وبينما تحمِل نتائج أول تجاربها للتسلسل الجينومي، وهي على أعتاب مرحلة ما بعد الدكتوراة، كان أمامها خياران: فمن ناحية، يمكنها تمرير التسلسلات الوراثية إلى الخبراء، أو أن تتعلم كيف تحلل البيانات بنفسها. ومن ثم، عزمت هيلين رويو على تعلُّم كيفية تحليل البيانات باستخدام حزمة البرمجيات (آر) المتاحة مجانًا. وساعدها في ذلك أن المركز الذي التحقت به ـ معهد فريدريك ميشر للبحوث الطبية الحيوية في بازل، سويسرا ـ نظَّم دورات تدريبية دورية عن استخدام هذا البرنامج. كما أن برنامج التحليل (آر) يظل الأداة المفضلة لعديد من الأكاديميين الساعين لفَطْم أنفسهم على استخدام البرمجيات التجارية.

السمة الأولى التي أكسبت هذا البرنامج شهرته هي مجانية استخدامه، إلا أن جزءًا من هذه السمعة يعود أيضًا إلى الوجهات المختلفة التي تظهر لمختلف المستخدمين. ويبقى الشيء الأهم أنه لغة برمجة تتطلب استخدام سطر الأوامر للتعامل معها، وذلك الأمر قد يبدو مُنفِّرًا لغير المبرمجين، لكن يمكن للمبتدئين التغلب على التعقيدات، وطلب حزمة برامج مُعَدَّة مُسبقًا، من التي تأتي مُجهّزة بأوامر للتحليل الإحصائي والتعبير عن البيانات بصريًّا. تخلق هذه الحزم أرضية مشتركة حفازة بين حلول "الصندوق الأسود" التجارية، ودنيا خبراء الأكواد والبرمجة. في هذا المضمار، توضح رويو أن "برنامج التحليل (آر) سهَّل من الأمر كثيرًا، ونقَّد كل شيء".

هذا في واقع الأمر ما أراده مطورو لغة البرمجة (آر) عندما عزموا على تصميمها في تسعينات القرن الماضي. وكان لدى روس إيهاكا، وروبرت جنتلمان - خبيرَي الإحصاء بجامعة أوكلاند في نيوزيلندا- اهتمامًا بالحوسبة، لكنهما افتقرا إلى البرنامج العملي الذي يلبي احتياجاتهما. لذا.. طوَّرا لغة برمجة؛ كي يستطيعا أن يحلِّلا البيانات. وصار اسم اللغة ◄

"لغة آر"، لأنها ترمز إلى الحرف الأول من اسميهما، فضلًا عن أنها جاءت على غرار لغة البرمجة الأكثر استخدامًا في ذلك الوقت، وهي لغة "إس".

استطاعت لغة "آر" على الشبكة العنكبوتية أن تجذب ـ في وقت قصير ـ اهتمام العلماء من جميع أنحاء العالم، الذين كانوا في حاجة إلى برامج إحصائية، وعلى استعداد للمشاركة بأفكارهم. قرَّر جنتلمان وإيهاكا أن يتيحا كود المصدر للجميع. وسرعان ما طوَّر علماء الترميز حِزَمًا من الأوامر المبرمجة مسبقًا؛ من أجل حقول علمية معينة. ويذكر جنتلمان: "يمكنني كتابة برمجيات مُفيدة لشخص يدرس الفَلَك، لكن الأمر سيكون أفضل بكثير إنْ صمَّم شخص يدرس الفَلَك برمجيات لدارسي الفَلَك الآخرين."

حلول رياضية

تناولَتْ كارلين سويتايرت، عالمة المحيطات في المعهد الملكي الهولندي للأبحاث البحرية في يرسيكي، تلك الفكرة في عام 2008، عندما أرادت التحقق من صحة العوالق البحرية الحيوانية في مصب نهر شيلدت. أرادت سويتايرت أن تحسب معدل سرعة موت العوالق الحيوانية باستخدام قياسات على طول النهر، لكن لغة البرمجة "آر" لم تكن مُجهَّزة لفعل ذلك. ولمعالجة هذه المشكلة، تعاونَت مع اثنين من علماء البيئة؛ لتطوير "ديسولف" (deSolve)، وهي أول حزمة برمجية تُكتب بلغة "آر" لحل المعادلات التفاضلية. وتقول: "هناك برامج أخرى يمكنها فعل ذلك، إلا أنها مكلفة، ومغلقة المصدر". وحاليًّا يستخدم الأخصائيون "ديسولف" في مجال الوبائيات؛ لنمذجة الأمراض المعدية. ويطبقه أيضًا علماء الوراثة على شبكات الجينات التنظيمية، فضلًا عن مصنِّعي الأدوية في علم الصيدلة الحركية (حيث يستخدمونه على إدراك كيفية تصرف المركبات داخل الكائنات الحية).

بحلول عام 2003، أي بعد مرور عشر سنوات من عمر النُّسخة الأولى للغة "الآر"، قطع العلماء شوطًا كبيرًا في تطوير أكثر من 200 حزمة برمجية، وأخذت الاستشهادات الأولى لاستخدام هذه اللغة في الظهور. واليوم، توجد ستة آلاف حزمة تقريبًا لمختلف الأغراض المتخصصة. تسمح هذه اللغة للعلماء بمقارنة جينوم الإنسان الحديث، وإنسان

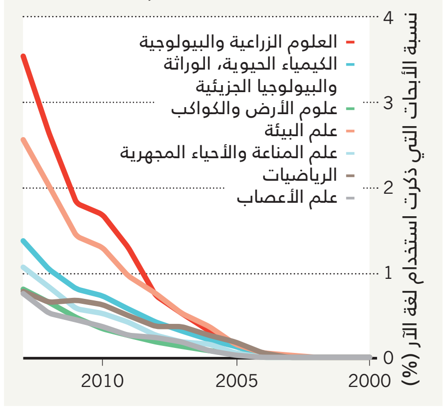
شروح تعليمية

حقيبة أدوات لغة "الآر" للمبتدئين

- قم بتنزيل برنامج لغة "الآر" من أرشيف شبكة لغة "الآر" الشامل http://cran.r-project.org . يوفر هذا أيضًا مقدمة شارحة لنظام البرمجة go.nature.com/jh9jb8 .
- يوصي العديد من الباحثين باستخدام واجهة قوية ومجانية تُسمَّى "آر ستوديو" RStudio www.rstudio.com.
- من بين العديد من الشروح التعليمية على الإنترنت.. تلك التي توفرها "داتا كامب" DataCamp go.nature.com/qndp6w، و"آر أوبن ساي" ropensci.org، و"سوفتوير كاربينتاري" go.nature.com/wg3s9u ، و"آر-بلوجرز" www.r-bloggers.com.
- للحصول على قائمة تحتوي على عيِّنة من حِزَم لغة "الآر" في علوم مختلفة، اطَّلِعْ على النسخة الإلكترونية من هذا المقال go.nature.com/zrhdkj.

مدّ متصاعد للغة البرمجة "آر"

نسبة متزايدة من الأبحاث تشير بوضوح إلى استخدامها للغة الآر، أو إحدى الحزم الخاصة بها.



نياندرثال باستخدام الموصلات الحيوية (go.nature.com/s7mq39)، وتسمح أيضًا بنمذجة النمو السكاني (IPMpack: go.nature.com/cyhons)، وتتيح لهم التنبؤ بأسعار الأسهم (quantmod: go.nature.com/jxqasm)، وتصوير النتائج في رسوم بيانية واضحة (ggplot2: ggplot2.org). ويحدث كل ما سبق في بضعة أسطر من الأكواد البرمجية فقط. ويستطيع الخبراء استخدام لغة "الآر" في كتابة نصوص، مدرَج بداخلها أكواد غير مجهزة، كي يقوم القارئ بتشغيلها (Knitr:http://yihui.name/knitr). ويذكر تقريبًا مقال من بين كل مئة مقال علمي دخل في العام الماضي فهرس قاعدة بيانات "سكوبس إلسيفير" Elsevier's Scopus استخدام لغة برمجة "الآر"، أو إحدى حِزَم البرمجيات. وهذه النسبة تزداد في مجالي العلوم الزراعية، والبيئة (انظر: مَدّ متصاعد للغة البرمجة "آر").

نجاح إحصائي

بالنسبة إلى عديد من المستخدمين، تكمن نقطة التميز الأساسية للغة البرمجة "آر" في قدراتها الإحصائية. ويذكر عالِم الإحصاء بجامعة تينيسي في نوكسفيل، روبرت مونشين، كيف أن الأداة تقف على قدم المساواة مع الحِزَم البرمجية التجارية، مثل (SPSS) وSAS))، وفقًا للتحليل الذي أجراه عن مدى شعبية البرمجيات المستخدَمة في مجال الحوسبة الإحصائية. وخلال العقد الماضي، تمكنت لغة "الآر" من اللحاق بالأدوات الرائدة في السوق، وتجاوُزها. ويوضح روبرت أنها "أصبحت ـ على الأرجح ـ أكثر الحزم الإحصائية استخدامًا خلال صيف هذا العام".

أما على مستوى علم الجينوم والأحياء الجزيئية، فقد طوَّر المختصون مشروعًا برمجيًّا يُسمى "الموصلات الحيوية" Bioconductor، وأصبح بناء قائمًا على متن لغة "الآر". ويساعد هذا المشروع العلماء في تحليل أعداد ضخمة من التسلسلات الجينية ومقارنتها، والاستعلام عن النتائج في قواعد بيانات مثل "قاعدة بيانات التعبير الجيني" GEO، فضلًا عن رفع البيانات إليها. ويضُم هذا المشروع ألف حزمة تقريبًا، يساعد بعضها على ربط الملايين من قصاصات الحمض النووي من تجارب تسلسل الجيل التالي مع الجينات المتعارف عليها.

حتى تتمكن رويو من الغوص في أعماق بحر لغة "الآر"، تلقَّت تدريبًا مكثفًا تحت إشراف مايكل ستادلر، مدير مجموعة المعلوماتية

> **NATURE.COM**
> **للمزيد من المعلومات حول البرامج العلمية، والتطبيقات والأدوات على الإنترنت، قم بزيارة:**
> go.nature.com/toolbox

الحيوية بمعهد "فريدريك ميشر". استغرق هذا التدريب ستة أشهر؛ لتتمكن من التعامل مع لغتي "الآر"، و"الموصلات الحيوية"، لكن فرص التعلم لا تُعَدّ ولا تُحصَى، كما يقول كارثيك رام، عالِم بيئة بمعهد بيركلي لعلوم البيانات في كاليفورنيا، ومؤسس مُبادرة "آر أوبن ساي" rOpenSci لمساعدة العلماء على استخدام لغة "الآر" وتطويرها (انظر: "حقيبة أدوات لغة "الآر" للمبتدئين"). ويعطي كارثيك وزملاؤه دورات مجانية لا تتطلب وجود مهارات برمجية، وتعالج مشكلات محدَّدة يواجهها العلماء.

من الباحثين الذين التحقوا بهذا التدريب: ميجان جينينجز، عالمة بيئة بجامعة ولاية سان دييجو في كاليفورنيا، حيث كانت تتعقب حيوان الوشق الأحمر، وأُسُود الجبل، وغيرها من الحيوانات البرية؛ لفهم تحركاتها. وأرادت جينينجز تتبُّع فصائل معينة خلال أوقات محددة في السنة، وأعدَّت لهذه المهمة أكثر من أربعمائة ألف صورة مؤرّخة زمنيًّا، التُقطت من 36 كاميرا لمدة عام، وألحقت بكل صورة اسم الفصيلة. وفي البداية، قامت بتحديد الصور التي أرادتها يدويًّا، وأدخلتها إلى برنامج مُغلق يُسمى "بريزينس" PRESENCE، لكن بمساعدة رام، تقوم جينينجز بإنشاء حزمة وفق لغة "الآر"؛ تقرأ الصور المدرَجة إلكترونيًّا، وتنظمها، وترسل بعد ذلك مجموعات بيانات فرعية مصممة إلى حزمة نمذجة موجودة مُسبقًا في برنامج "الآر". وتقول جينينجز: "ما نفذته يدويًّا في ساعة، أستطيع الآن عمله في خمس دقائق".

من الأمور الجيدة لبرنامج "الآر" هو توافره على الإنترنت. ويذكر مونشين أن النِّقاش في المنتديات حول الموضوعات ذات الصلة ببرنامج "الآر" يفوق الأسئلة المُتعلقة بأي برامج إحصائية تجارية أخرى على الإنترنت. ويستفيض في هذه النقطة قائلًا إنه "من الشائع رؤية شخص ينشر سؤالًا، ويحصل على الرد في غضون نصف ساعة ممن صمَّم الحزمة". وتلك الردود السريعة أمر مهم في البحوث الأساسية. ولرويو رأي يدعم ذلك، حيث تقول: "أستطيع الوصول إلى إجابة أي سؤال تقريبًا باستخدام الإنترنت"، ويمكنها أيضًا تحليل البيانات اليومية، دون تشكيك في قدراتها على ذلك، كما تساعد زملاءها الأقل احترافية في التعامل مع هذه اللغة، وتقول: "ما زلتُ أستخدم محرك البحث جوجل يوميًّا"، وتؤكد أن تعلُّمها للغة "الآر" لم يزودها فقط بمهارات الترميز، وإنما أكسبها حِسًّا نقديًّا أكثر عمقًا في قراءة المواد العلمية التحليلية التي يكتبها العلماء.

يذكر رام أنه لا يتحمس كلُّ عالِم لتعلُّم أدوات البرمجة اللازمة، حتى وإن كانت لغة "الآر" أيسر من لغات أخرى، مثل بايثون (ناهيك عن لغة بيرل، أو سي). أما مونشين، فيرى أنه "مهما طال الوقت، فسيظل هناك العلماء الذين يُفضِّلون تقنية "السَّحْب والإفلات" عن أولئك الذين يتعلمون كيفية البرمجة". وعلى سبيل المثال.. التحق عالِم الوراثة رابيه مور بالدورة التدريبية نفسها التي التحقت بها رويو عندما كان باحثًا في مرحلة ما بعد الدكتوراة، لكنه لم يستثمر الوقت نفسه الذي استثمرته رويو في الممارسة. فكي تبدأ في استخدام اللغة "آر"، وتطوِّر من مهاراتك فيها، يتطلب الأمر التزامًا بكل تأكيد، "وهي مسألة أولويات". وبعدما أصبح رابيه مور مديرًا لمختبر بجامعة جنيف في سويسرا هذا العام، صار يخطط لتوظيف شخص من ذوي الخبرة في التعامل مع لغة "الآر".

تَعَلُّم لغة "الآر" ـ مثلها كمثل أي مهارة أخرى ـ لا يُكتسَب بين عشية وضحاها، لكن جيننجز تؤكد أن الأمر يستحق المجهود.. "وَفِّر الوقت، واجعله موضع استثمارك، لأنه سيوفر لك الوقت لاحقًا، وسيثقلك بالمهارات التي من الممكن استخدامها في مشكلات عدة يواجهها العلماء". ■

SYLVIA TIPPMANN/SOURCE: ELSEVIER SCOPUS DATABASE

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مهن علمية

عمود يؤمن بيتر فيسك بأن الإنترنت يتيح سبل توسيع دائرة معارفك، ويساعدك في البحث عن وظيفة. ص. 87

العلوم في 2015 آراء مجموعة من شباب العلماء حول خطط العام الجديد، وآمالهم لمستقبل العِلْم ص. 89

وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: arabicedition.nature.com/jobs



MSTAY/GETTY

عمود

طَوِّر من شخصيتك على الإنترنت

يؤمن **بيتر فيسك** أن الإنترنت يتيح سبل توسيع دائرة معارفك، ويساعدك في البحث عن وظيفة.

يَعتقد معظم العلماء الأكاديميين أن السيرة الذاتية هي الوثيقة الوحيدة التي يحتاجونها لعرض إنجازاتهم، وتطوير مسيرتهم المهنية. والقليل منهم يستفيد من إمكانات الإنترنت، بالرغم من أن العلماء كانوا أول مَنْ استخدمه في تبادل المعلومات والتعاون فيما بينهم، حتى إن بعضهم يَعتبِر التواصل أو «التشبيك» عبر الإنترنت مضيعة للوقت.

إذا كنتَ عالِمًا في بداية حياته المهنية، عليك أن تفهم أن التفكير بعقلية كهذه يمكن أن يعوق تقدُّمك المهني، خاصة عندما تطمح لنَيْل منصب، بعيد عن الحياة الأكاديمية. ولأني عالِم تحوَّل إلى رائد أعمال، ووظَّف العديد من حاملي الدكتوراة في القطاع الصناعي، فأنا أستخدم يوميًّا أدوات التشبيك عبر الإنترنت، مثل موقع «لِينْكِدإن» LinkedIn؛ لتحديد الموظفين المحتمَلين، وتقييم المتقدمين للوظائف. وأرى أن العلماء في بداية مسارهم المهني غالبًا ما ينتقصون من أنفسهم عند المقارنة بينهم وبين أولئك الذين يعملون خارج القطاع الأكاديمي، من حيث الحضور على الإنترنت، أو الافتقار إليه، ولكن ما زال أمامهم الكثير ليتعلموه.

تَرجِع بعض أسباب هذا النفور من التشبيك عبر الإنترنت إلى ثقافة القطاع الأكاديمي، حيث يتجسد تاريخك المهني كله في سيرتك الذاتية (ومعناها الحرفي سيرة عن الحياة). ومن ثم، وتحت هذه المبادئ التوجيهية الخفية، يقتصر الحضور على الإنترنت ببساطة على وضع نسخة من سيرتك الذاتية على الموقع الإلكتروني الخاص بمجموعتك، أو قِسْمك العلمي.

من أجل البحث بشكل فعال عن وظائف خارج القطاع الأكاديمي، وإدارة حضورك على الإنترنت، فأنت تحتاج إلى تطوير «شخصية إلكترونية» e-persona تتخطى حدود سيرتك الذاتية. إنّ شخصيتك الإلكترونية هي خلاصة وافية لكل معلومة صغيرة تخصّك على الإنترنت، سواء أكانت مكتوبة، أم مرئية. وفي مجتمع اليوم القائم على التشبيك، هناك شخص آخر ـ على الأرجح ـ وَضَعَ بعض هذه المعلومات، لكنك ما زلت قادرًا على تحديد قدر كبير من المعلومات المرئية الخاصة على الإنترنت، والتحكم فيها، ولا سيما الصورة التي ترسمها هذه المعلومات عنك، من خلال إدارة فعالة للمعلومات التي لديك بعض السيطرة عليها.

المكان الأول الذي تهتم بتطوير شخصيتك الإلكترونية وإدارتها فيه هو الموقع الإلكتروني الخاص بصاحب العمل، أو المؤسسة التي تعمل لديها. فلدى المجموعات البحثية كافة تقريبًا موقع إلكتروني لوصف أحدث أبحاثهم العلمية وإصداراتهم. وإذا كانت لديك الصلاحية للولوج إلى هذا الموقع، أو كان بإمكانك أن تجعل مسؤول الويب ينشر بعض المحتويات بالإنابة عنك؛ فلا تضع سيرة ذاتية، بل لخِّص اثنين أو ثلاثة من إنجازاتك المهمة واهتماماتك البحثية في فقرة أو فقرتين. وفي حالة عَرْض الإصدارات المهمة وبراءات الاختراع، ضع روابط مباشرة لهم، لأن كثيرين من المُطَالِعِين من خارج القطاع الأكاديمي ليس سهلًا عليهم استخدام مكتبات الأبحاث. إضافة إلى ذلك.. اكتب ملخصًا قصيرًا لكل منها، يتضمن توضيحًا لأهمية النتائج وقيمتها بالنسبة إلى عامة الناس. هذه الملخصات سوف تساعد ـ بشكل كبير ـ غير الخبراء، كالقائمين على التوظيف في القطاع الصناعي على فَهْم إسهاماتك البحثية، وتقديرها. أما إذا لم تسنح لك فرصة الاتصال المباشر بالموقع الإلكتروني الخاص بقسمك أو مؤسستك، فعلى الأقل تأكد من أن كل المعلومات المسموح نشرها دقيقة وحديثة.

تُعتبر الصورة الشخصية التي تعكس مظهرك مكوِّنًا مهمًّا آخر لشخصيتك الإلكترونية. فصورة دِقّتها ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

متوسطة أو عالية يلتقطها صديق أو زميل ذو مهارات مقبولة في التصوير غالبًا ما تؤدي الغرض. أما الصور المأخوذة لك ـ بما فيها تلك التي ينشرها أصدقاؤك وزملاؤك ـ فمن المرجح أن تكون موجودة بالفعل على الإنترنت، لكن دقتها وجودتها وسياقها خارج نطاق سيطرتك، لأنك تحتاج أن تكون مصدرًا لصورة جذابة تعرض وجهك بوضوح، وتعكس مظهرًا ودودًا ومهنيًّا. وإذا ما وضعتَ صورة ذات دقة متوسطة، أو عالية، فإن أغلب المتصفحين الذين يبحثون عن صورة لك (بغرض طبعها على ملصق دعائي لمحاضرة ستلقيها على سبيل المثال) سوف يختارون هذه الصورة.

لذلك.. لا ينبغي أن يستغرق هذا العمل سوى ساعات قليلة، شاملًا تحديث موقع مجموعتك، وإضافة ملفات PDF، وروابط، وصورة شخصية مناسبة. ومتى تنتهي من إدخال هذه المعلومات، تستطيع تحديثها وتطويرها، إذا استدعت الضرورة، دون مضيعة للوقت.

تولّ المسؤولية

لا يمكنك أن تؤسس شخصيتك الإلكترونية وتديرها بمجرد تعديل الصفحة الإلكترونية لِقسْمك أو مجموعتك البحثية، بل تحتاج كذلك إلى إنشاء ملف شخصي لك. وموقع «لِينْكِدإن» (www.linkedin.com)، يُعتبر ـ إلى حد بعيد ـ أكبر خدمة تشبيك مهنية، تضم أكثر من 300 مليون مستخدِم مسجَّل. وعلى عكس الموقع الإلكتروني لقسمك أو لمؤسستك، فإن صفحتك الشخصية على هذا الموقع «لِينْكِدإن» هي صفحة خاصة بك تؤسسها، وتحتفظ بها إلى الأبد، كما إن هذا الموقع «لِينْكِدإن» راسخ وجوده في المجتمع العلمي والأكاديمي، فضلًا عن اتساع نطاق استخدامه في القطاعين الصناعي والحكومي.

تسمح لك صفحتك على «لينكدإن» بأن تقدِّم ملخصًا لتاريخك المهني، ومهاراتك، واهتماماتك. وهي تحتوي على الكَمّ نفسه من المعلومات التي تضمها سيرتك الذاتية، لكن على عكس تلك الوثائق الموجهة للبحث عن عمل، تَعرِض صفحتك على «لينكدإن» لقطة عن إنجازاتك عرضًا أكبر، ومماثلًا لِما قد يقوله أحد الزملاء عنك عند تقديمك كمتحدث. وإلى جانب تاريخ عملك ودراستك، يمكن لصفحتك على «لينكدإن» ـ بل وينبغي ـ أن تتضمن قوائم بإصداراتك العلمية، وبراءات الاختراع التي حصلت عليها، ومرفَق بها روابط كل منها.

تمثل صفحتك على «لِينْكِدإن» منعطفًا حاسمًا، يعثر فيه المتصفحون من المجتمع الأكاديمي، ومن خارجه، على شخصيتك الإلكترونية. وأحيانًا ما تمثل هذه الازدواجية تحديًا بالنسبة إلى الشباب حاملي الدكتوراة الذين يرغبون في الحفاظ على تواصل مهني ومصداقية للأقران والمشرفين، وفي الوقت ذاته يستكشفون فرصًا وظيفية خارج المجتمع الأكاديمي. والسؤال الآن: كيف تحافظ على شخصية إلكترونية متسقة، ومتى تميل إلى التفكير في المسارين البحثي وغير البحثي، أو الاهتمام بهما؟

يكمن الجواب في خلق توازن بين مدى عمق أبحاثك، ومدى المجال المتسع الذي تتمنى أن تعطيه لأرباب العمل والمتعاونين من خارج الوسط الأكاديمي. فعلى سبيل المثال.. من خلال وضعك لملخصات بعض إصداراتك الرئيسة، أو براءات الاختراع، يمكنك مساعدة غير المتخصصين على تقدير تأثير أبحاثك. ومن خلال جذب الانتباه إلى بعض أنشطتك المهنية غير البحثية يمكنك أن تعكس صورة موظف مرتقب، وليس مجرد عالِم، ينحصر دوره فقط في تجارب المختبر.

«تذكَّرْ أن تفاعلاتك لها نفس القَدْر من الأهمية – بالنسبة لتشكيل شخصيتك الإلكترونية – التي لأي معلومة عنك».

على سبيل المثال.. ألقت شابة ـ تحمل درجة الدكتوراة في علم الأعصاب ـ الضوء على الكيفية التي تتصل بها أبحاثها مع العلاجات الحالية لجروح إصابات الدماغ، مشيرَةً إلى اهتمامها بالأبحاث القابلة للتطبيق العملي، وكيف أن حصولها على درجة عليا في ريادة الأعمال قد أعطاها مهارات إدارة الميزانية، والقيادة، والتسويق، بالإضافة إلى اهتمامها بالتسويق الإلكتروني. رأى زملاؤها الباحثون في صفحتها عالِمةً شابة ناجحة ومنتِجةً، كما رأى فيها أرباب العمل المحتملون في القطاع الصناعي باحثة طموحة بارعة، متعطشة إلى تطبيق مهاراتها في مجال تسويق علاجات جديدة. وقد ساعدتها صفحتها على اقتناص منصبها الحالي في القطاع الصناعي.

من بين المجالات الأخرى عالية القيمة للباحثين: مجموعات شبكة «لِينْكِد إن». فهناك أكثر من مليوني مجموعة للتواصل والتشبيك المهني على «لِينْكِد إن»، تغطي عديدًا من المجالات، والشركات، والموضوعات المهنية والتقنية. وينشئ أعضاء «لِينْكِد إن» المجموعات بأنفسهم. ولأن الأعضاء يستخدمون هويّتهم الحقيقية، فالنقاش دائمًا ما يصبح عميقًا ومهنيًّا. هناك مجموعات على «لِينْكِد إن» في الكثير من مجالات البحث العلمي، حيث يضع الأعضاء أسئلة، وينتظرون الردود عليها، أو يطرحون موضوعات للنقاش، أو ينبِّهون الباقين للمعلومات الجديدة. ويُعتبر الانضمام إلى مجموعات تتسق مع اهتماماتك وسيلة فعالة وسريعة، كي تصبح جزءًا من هذا المجتمع ـ وإنْ صار ذلك على المستوى الافتراضي على الأقل ـ وكي تشكل جهات اتصال قيِّمة تساعدك في بحثك عن وظيفة.

هناك مواقع تشبيك ووسائل إعلام اجتماعي أخرى تستهدف العلماء، من بينها «ريسيرش جيت» ResearchGate، و«بَبْ بِير» PubPeer، و«أكاديميا» Academia.edu. يظل موقع «فيسبوك» هو موقع التواصل الاجتماعي الأكثر شهرة، ويحتفظ كثيرون من الباحثين في بداية مسارهم المهني بصفحات نشطة على الموقع، لكن من منظور التشبيك المهني، أرى أن «لِينْكِدإن» هو الموقع الرائد في هذا المجال.

بالطبع، فإن القيمة الأساسية للبيئات الإلكترونية مثل ـ «لِينْكِدإن» ـ توفِّر مكانًا تَبنِي فيه شبكة اتصالك المهني، وتستفيد من شبكات الآخرين. يُعَدّ هذا أمرًا حيويًّا للباحثين في مقتبل مسارهم المهني، خاصة أولئك الذين يفكرون في نقلة وظيفية خارج المجتمع الأكاديمي. يبدأ أغلب العلماء الشباب بشبكة معارف موجَّهة بالكامل تقريبًا في اتجاه العلوم البحثية، لكنْ لتكوين اتصالات، ولمعرفة الفرص المهنية خارج القطاع الأكاديمي، عليك أن تستكشف «أصدقاء الأصدقاء»، وهي الشبكة الأكبر من الأشخاص الذين يعرفهم أصدقاؤك وزملاؤك. هؤلاء المعارف غالبًا ما يكونون على استعداد لمساعدتك، لأنّ بينكما صديق مشترك. كما يعطيك موقع «لِينْكِدإن» طريقة فورية لتستكشف هذه الشبكة الكبيرة، والأهم من ذلك.. التعرف على هؤلاء الذين يعملون في مجال مهني أو منظمة تثير اهتمامك.

ارسم صورة

بينما تقوم ببناء شبكة معارفك وتوسيعها، عليك أن تتذكر أن تفاعلاتك تُعتبر ـ بالنسبة إلى تشكيل شخصيتك الإلكترونية ـ بالقدر نفسه لأهمية أي معلومة حولك. فالتشبيك يتعلق بإنشاء العلاقات مع الآخرين. ومن المهم خلق ممارسات تَوَاصُل عبر الإنترنت تعكس شخصية وقورة، وإيجابية، ومهنية. وإذا أردتَ أن توسع شبكة معارفك على «لِينْكِدإن»، على سبيل المثال، لا تستخدم أبدًا نَصّ الرسالة العام الذي يمليه عليك الموقع لطلب التواصل، بل اكتب رسالة شخصية موجزة توضح هويتك، وسبب التواصل مع عضو ما، والسرعة في هذا الأمر مهمة، لأنه إذا ما التقيت بشخص تودّ أن ترسل إليه دعوة على «لِينْكِدإن»، فافعلْ ذلك خلال 24 ساعة، لأن التفاعلات المهنية عمرها قصير، وإذا ما تأخرتَ كثيرًا؛ فلن يتذكرك الشخص الذي ترغب في التواصل معه.

إن ثقافة المجتمع الأكاديمي تعلِّم حاملي الدكتوراة أن سِجِلّهم البحثي وإصدارتهم العلمية هي الوسيلة الوحيدة التي تقدم لهم التقييم والتطور المهني، لكن حتى في عالَم البحث الأكاديمي، نجد أن هذا صحيح جزئيًّا فقط. فالتشبيك المهني من خلال الشخصية الإلكترونية الإيجابية المهنية سيساعدك على بناء مصداقيتك وسُمْعتك داخل مجتمع العلوم البحثية. ولكي تزيد من فرصك في خارج الوسط الأكاديمي، من المهم للغاية أن تنشئ شخصية إلكترونية منضبطة وتديرها. لذلك.. لا تَدَع ما تعلمته مبكرًا في الوسط الأكاديمي يثنيك عن اقتناص هذه الفرصة، والاستفادة منها. ■

بيتر فيسك المدير التنفيذي لشركة «باكس ووتر تكنولوجيز» PAX Water Technologies في ريتشموند، كاليفورنيا، وهو مؤلف كتاب «*Put Your Science to Work*»، (الاتحاد الأمريكي الجيوفيزيائي 2001).

ARTISTICCO/SHUTTERSTOCK

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



ILLUSTRATION BY DAVID PARKINS

آمـــال العــــام الجديـــد

مع بداية عام 2015، استطلع قسم المهن العلمية في دورية *Nature* آراء مجموعة من شباب العلماء الذين لا تتخطى أعمارهم سن الأربعين حول خططهم في العام الجديد، وآمالهم في مستقبل العِلْم.

آخر ما توصَّل إليه العلم

يتطلع أوسكار فيرنانديز كابتيللو - البالغ من العمر 40 عامًا - إلى معرفة أسباب تلف الحمض النووي، وعلاقته بالإصابة بالسرطان وحدوث الشيخوخة. يقود فيرنانديز كابتيللو مجموعة بحثية في المركز القومي الإسباني لأبحاث السرطان في مدريد، وقد نجا من حادث دراجة بخارية خطير في العام الماضي. وقد تمكَّن أيضا من تطوير طريقة مبسطة للعثور على الجينات التي تساعد الخلايا السرطانية على مقاومة العلاج الكيميائي.

قررتُ في العام الجديد أن أسافر بمعدل أقل، إذ تكفي الليالي التي قضيتها في كل البلدان الجميلة التي لم يتح لي رؤيتها سوى من نافذة التاكسي أثناء تجوله. أرغب في التفرغ لدراسة الكيمياء العضوية، إذ يبدو أن مستقبلي مرتبط بتطوير العقاقير، فضلًا عن رغبتي في فهم اللغة التي يتحدث بها زملائي الكيميائيون. لذلك.. اشتريت الكثير من الكتب عبر موقع «أمازون»، وها هي مرصوصة على مكتبي، تنظر إليّ... لكنْ عليّ أولًا أن أتحكَّم في نهمي للسفر.

تحتوى الخلايا الثديية السليمة على نسختين من كل جين. وإذا قمت بتحوير نسخة، ستظل لديك الأخرى، لكن ستتدهور كفاءة التحري الوظيفي للجين. ويمكننا الآن تقصِّي خطوط الخلية الثديية التي تَظَلّ خلايا أحادية، وتحتوى على نسخة واحدة فقط من كل جين. هذا الإنجاز بمثابة قفزة هائلة للأمام. وفي الوقت الراهن، نحن بصدد البحث عن الطرق التي يقاوم بها السرطان العقاقير، ونحاول فهم كيفية عمل جينات ترميم الحمض النووي. وحاليًّا، مع امتلاكنا لأجهزة المسح، يسعدني توفُّر إمكانية أن أختبر كل ما يطرأ على ذهني .

على المستوى الشخصي، أتمنى أن يقع حدث استثنائي، لا يمكنني التنبؤ به الآن، لكنه سيشغلني خلال السنوات الخمس أو الست القادمة. ولو كان بإمكاني أن أخبرك بالأعمال التي أنوي القيام بها على مدار خمس سنوات، سيضحى الأمر مملًّا.

على المستوى العلمي، آمُل أن نرتقي بعض الشيء، وأن نميِّز العلماء من منطلق شخصياتهم كأفراد، وليس فقط من خلال أبحاثهم. إنّ النظام في أوروبا شديد البيروقراطية؛ فهم يريدونك أن تخبرهم بكل خطوة سوف تتخذها في السنوات الخمس القادمة، كأنْ تقول لهم: «سأبني جسرًا. وبحلول عام 2016، سوف أكون قد بنيت أول حائط». مما لا شك فيه أن العِلْم يفقد هويته إذا عرفتَ وجهتك المقبلة، كما أن مفهوم «آخِر ما توصل إليه العلم» يعني أنك تائه، وما زلت في مرحلة الاستكشاف، ولا تعرف ما سوف تصل إليه في نهاية المطاف.

أما داخل المختبر، فأتطلع إلى أن أُحاط بزملاء يطرحون أسئلة تقترح بدائل بنّاءة، ولا تستفسر عن سبب آداء تجربة بشكل ما. إن الشخصيات الهدّامة تعلمك التحكم في تجربتك. أما الشخصيات البنّاءة، فبها العالم ينهض.

NATURE.COM
اكتب عن خططك وطموحاتك على «هاشتاج» #scihopes15 لمزيد من التعليقات، قم بزيارة الرابط التالي:
go.nature.com/6jgyce

حب المعرفة

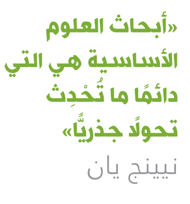
قامت نينج يان، عالمة البيولوجيا البنيوية في جامعة تسينجوا في بكين بالصين - البالغة من العمر37 عامًا - بالاستعانة بعلم البلورات؛ لحلّ تركيبة البروتين الذي يزوِّد الخلايا بالوقود الأساسي، والذي استغرق العلماء ما يزيد على أربعين عامًا لدراسته.

أريد أن أزور المزيد من الأماكن، فأنا أحب السفر مع والديّ، وأود أن أصطحبهم كي يروا العالم. فوالديّ في الستينات من العمر، وهذا هو الوقت المناسب، حتى لا يشعران بالقلق بشأن النفقات، كما أن لديهما من القوة ما يكفي لقطع مسافات طويلة سيرًا على الأقدام. في العام المقبل سوف أزور نيوزيلندا، وأستراليا. فأنا ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

من أشد المعجبين بفيلمي «لورد أوف ذا رينجز»، و«ذا هوبيت».

نحن نحيا أفضل وأسوأ مرحلة تمر بها البيولوجيا البنيوية. فنحن نبلوِر الجزيئات ونستعين بالأشعة السينية؛ للحصول على أنماط حيود تكشف عن تركيبتها، إلا أنه بفضل التقدّم التكنولوجي، ثمة طريقة تُسمى «المجهر الإلكتروني لفحص العينة بالتبريد» (cryo-EM)، حيث أحدثت ثورة في هذا المجال. فالمشروعات الصعبة التي كانت تستغرق 10 سنوات باستخدام علم البلّورات، تستغرق الآن ستة أشهر فقط باستخدام المجهر الإلكتروني لفحص العينة بالتبريد. وعليك أن تفكر فيما سيشغلك للسنوات التسع المتبقية.



ولا أخفِ قلقي حيال ما هو قادم.. فقد أحتاج إلى إعادة هيكلة معملي؛ من أجل تعزيز الخبرة المعملية، أو ربما أحتاج إلى أخْذ إجازة تفرُّغ.

يتحدث الجميع دومًا عن البحث العلمي المتعدي، القابل للتطبيق، لكن إذا نظرت إلى الوراء، فستجد أن أبحاث العلوم الأساسية هي التي دائمًا ما تُحدِث تحولًا جذريًّا. لا أريد أن يسألني الناس: «هل تستطيع أبحاثك أن تنقذ أرواح المرضى؟» فإحدى غاياتنا تحقيق المنفعة للبشرية، لكن الهدف الحقيقي من أبحاث العلوم الأساسية هو الكشف عن جوانب الطبيعة، فالمعرفة شيء رائع.

«أبحاث العلوم الأساسية هي التي دائمًا ما تُحدِث تحولًا جذريًّا»
نيينج يان

أما في مجال العلوم بوجه عام، فأرجو ألا يكون التمويل مصدر قلق للباحثين، إذ يشتكي الجميع من منظومة التمويل، بدءًا من الباحثين الرئيسين، حتى حديثي التخرج، وهذا يشعرني بالحزن الشديد. وقد يكون الوضع أفضل قليلًا في الصين، ويسعدني أن الناس بدأت تدرك أن النمو الاقتصادي سيقوم على العلوم والتكنولوجيا.

لا تتهيب صعود الجبال

توصلت جين ديون - البالغة من العمر 33 عامًا، وأخصائية علم المواد في جامعة ستانفورد بكاليفورنيا - إلى تقنية تكشف عن كيفية تفاعل الضوء مع المواد على مقياس النانومتر. وفي العام الماضي، أنجبت جين طفلها الأول، ونالت الجائزة الرئاسية عن «إنجاز بداية المسيرة المهنية»، التي تمنحها الدولة للعلماء والمهندسين.

حين تُرزَق بطفل؛ تتغير نظرتك إلى الأمور. وعندئذٍ.. ترغب في العمل على تحقيق إنجازات، من شأنها النهوض بالعالم، تمهيدًا للجيل القادم.

ولأني حديثة العهد بتجربة الأمومة، كان عليّ أن أضع استراتيجيات بديلة؛ لتحقيق توازن بين حياتي وعملي. وأتمنى أن يزيد الجدول - الذي فرضته ولادة المولود الجديد - من إنتاجيتي في المعمل عندما أكون في الحرم الجامعي، وأن يمكّنني من تنفيذ مهام الكتابة بشكل أفضل عندما يكون طفلي نائمًا. فإذا لم يكن لديك إلا ساعات معدودة لكتابة ورقة بحثية أو مقترَح، يكون التركيز السريع هو الحل.



تلقِّب سوشيترا سباستيان نفسها بـ«كيميائية الكَمّ».

أتذكر في أيام الطفولة، حين كنتُ أرى الفراشة الزرقاء ذات الأجنحة قزحية اللون، عرفت حينها أن لونها لا يأتي من الصبغات، بل من كيفية تفاعل الضوء مع التركيبة المجهرية للمواد الشفافة. لعلّ هذه الأمثلة الطبيعية الجميلة قد أثارت اهتمامي في المواد الهندسية التي تتفاعل مع الضوء بدقة. ومن ثم، أتطلع في العام المقبل إلى أن أُجري تجاربي على المواد النانونية التي تنتقل فيها الفوتونات في اتجاه واحد فقط. تعتمد الأجهزة الحديثة - بدءًا من الهواتف الجوّالة، حتى الحواسب الفائقة - على مكونات إلكترونية، وهذا يرجع - إلى حد ما - إلى سهولة استخدامها؛ لجعل الإلكترونات تتحرك في اتجاه واحد. وإذا ما بدّلنا المكونات الإلكترونية بمكونات بصرية، ستغدو التكنولوجيا أذكى، وأصغر، وأكثر توفيرًا للطاقة.

أتمنّى للمجتمع العلمي ألا يخشى العلماء الناشئون من مواصلة البحث في الموضوعات التي يهتمون بالفعل بها، ويتحمسون إلى البحث فيها. فثمة مقولة للمؤلف جاك كيرواك، يقول فيها: «لا يُعتدّ إلا بهؤلاء الذين يأخذون الجنون منهجًا؛ فهؤلاء هم المتحمسون للحياة، والجامحون وراء الجديد، والمولعون بالخلاص، والراغبون في الحصول على كل شيء في وقت واحد». أتمنى أن يعثر العلماء على ما يجعلهم «متحمسين للحياة»، وأن يخططوا لمستقبلهم المهني وفقًا لذلك. وهنا، أنصحهم بألّا يهابوا صعود الجبال، وأن يظلوا شغوفين بالاستكشاف، على الرغم من التحديات اليومية التي تواجههم لكونهم علماء.

جهد جماعي لحل المشكلات

في العام الماضي، نالت المهندسة الحيوية دانيال باسيت - البالغة من العمر 33 عامًا - بجامعة بنسلفانيا في فلادلفيا منحة «العباقرة»، التي تقدمها مؤسسة «ماك آرثر»، حيث استعانت بعلوم الشبكات؛ لفهم العقل البشري.

أتمنى في عام 2015 أن أحصل على قسط أوفر من النوم. فمن الصعب أن أنال قسطًا من النوم في وجود طفل حديث الولادة، وآخر يبلغ من العمر ثلاث سنوات، كما أرغب في الحصول على صحن لا يخلو أبدًا من الشيكولاتة على مكتبي، لأن الفكر العلمي الابتكاري يعمل بشكل أفضل في وجود الشيكولاتة!

أريد أيضًا أن أبحث مدى إمكانية استخدام الأدوات الخاصة بهندسة النُّظم في مجال الطب، لطرح التساؤل حول (كيف يمكن أن تساعد العقاقير - أو التحفيز الكهرومغناطيسي - الأشخاصَ الذين يعانون من مشكلات صحية عقلية أو إصابات دماغية؟) وتكمن الأسئلة الأهم في التداخل بين هندسة النُّظم وعلم الأعصاب، فالسؤال دائمًا يكون كالآتي: كيف يعمل المخ مثل الشبكة، وكيف يعمل هذا على تشكيل الفهم؟

لذلك.. ينبغي أن يقضي عدد أكبر من العلماء بعض الوقت معًا، بغية التوصل إلى المزيد من الاكتشافات. فبدلًا من تنظيم مؤتمرات في مجال واحد من مجالات العلوم، نحتاج إلى المزيد من الدعوات؛ لعقد لقاءات تجمع بين مجالات العلوم المختلفة؛ لمواجهة معضلة ما، ولإثارة النقاش بشأنها. كيف يجب أن نقيس ما تنتجه بيئة التعلم - كحجرة الدرس، على سبيل المثال - من آثار بيولوجية عصبية، إذا كنا نرغب في إحداث تأثير مجتمعي قابل للتطبيق؟ ومن ثم، فإذا التقينا جميعًا معًا، وفكّرنا في هذا الأمر؛ سنأتي باتجاهات جديدة.

التخطيط للاكتشاف

تبحث عالمة الفيزياء سوشيترا سباستيان - البالغة من العمر 38 عامًا - في جامعة كمبريدج عن مواد قد تُحدِث تغيّرًا جذريًّا في مجال نقل الطاقة وتخزينها. ففي العام الماضي، أدرجها المنتدى العالمي الاقتصادي ضمن قائمة الثلاثين المتميزين من علماء الشباب. وأحيانًا ما تلقِّب نفسها بـ«كيميائية الكَمّ».

أؤدي أدوارًا في المسرحيات، وخاصة المسرحيات الكوميدية، وأود أن أخصص مساحة أكبر لممارسة المسرح في العام الحالي. فالفيزياء - بطبيعة الحال -

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

RANGA RAM CHARY



AMPARO GARRIDO

يريد أوسكار فرنانديز كابيتيلو أن يحيط نفسه بباحثين إيجابيين، وتريد هيلكي شليشتينج دعم الاكتشافات التي تتوصل إليها المجموعات الصغيرة.

تبقيك في معزل عن الآخرين، لأن ذهنك دائمًا مشغول. لذلك.. أمارس الأدوار المسرحية، لأنها تجعلك تتواصل مع الناس، سواء أكانوا من الممثلين، أم الجمهور. أما في هذا العام، فنحن نسعى في معملي للعثور على موصلات فائقة يمكنها العمل من دون أن تنخفض درجات حرارتها إلى الحد الذي يتعذر العمل عندها. إننا ننمِّي بلّورات عالية النقاء من مواد نعتقد أنها تكاد تكون موصلات فائقة، ثم نُعَرِّضها بعدئذ لضغط شديد الارتفاع باستخدام خلية سندان الماس (DAC)، فتضغط حواف الماس بطريقة مشابهة لكعب الحذاء العالي الرفيع. وإذا ضغطنا عليها بشكل طفيف، ينقلب تنظيم الإلكترونات في المادة؛ لتصبح موصلًا فائق التوصيل، أي مادة يمكنها أن تحمل الكهرباء من دون فَقْد في الطاقة. وهذا بمثابة تحويل التراب إلى ذهب.

أما بالنسبة إلى المجتمع العلمي، فأعتقد أن علينا تركيز اهتمامنا على عملية الاكتشاف. فلِكَي تحقق اكتشافًا، يجب أن تكون مستعدًا للمخاطرة، وأن تقبل أن تكون على خطأ أحيانًا، إلا أنّه وفقًا للثقافة الحالية في مجال العلوم، فأنت تُثاب لأنك تمثل إضافة، ولأنك لم تخطئ. على الرغم من أن العمل الذي يحقق إضافةً مهم للغاية، إلا أن المجتمع العلمي ينحاز إليه بشكل استثنائي، إذ يجب أن يحظى هدفَا الابتكار والاكتشاف بالقدْر ذاته من الاهتمام.

الترابط بين مجالات العلوم

تسعى كريستين هندون ـ البالغة من العمر 31 عامًا، والحاصلة على تدريب في مجال الهندسة الكهربائية والطب الحيوي بجامعة كولومبيا نيويورك ـ لإيجاد طرق لمراقبة القلوب التي تنبض على مستوى يعادل حجم الخلايا، أو ربما يقل. وقد نالت في العام الماضي جائزة «المبتكِر الجديد»، التي تمنحها معاهد الصحة الوطنية الأمريكية.

رُزقتُ مؤخرًا بأول طفل لي، وبات من الصعب أن أحضر المؤتمرات وأسافر. لذا.. أصبح هدفي أنْ أجد مؤتمرات في الساحل الشرقي.

يتمثل هدفنا الخاص في أن نستخدم الجهاز الذي طوّرناه هذا العام على القلوب المزروعة خارج الجسم، وأن نراقب أداءه داخل الجسم. يمكنك أن تتعرف من خلال معظم تقنيات التصوير على شكل النسيج، لكنْ إذا أردتَ أن تتخذ قرارًا طبيًّا، فعليك أن تعرف كيف يقوم بوظيفته. لذا.. نريد أن نسدّ الثغرات في مجال التصوير الطبي، من خلال الربط بين التركيب والوظيفة. حينئذ، سنتمكن من تناول المشكلات الإكلينيكية، كمراقبة عدم انتظام ضربات القلب، أو الشذوذ الكهربائي في القلب، وهي مشكلات لا تسعفنا في فهمها الأشعةُ فوق الصوتية.

أما في مجال المجتمع العلمي، فلا أتمنى سوى إزالة الحدود بين مجالات العلوم، لشحذ همة الطلاب على الدراسة في مجالات خارج أقسامهم. فمن أجل أن تنخرط في المجال العملي، عليك أن تعمل في مجموعات، وهذا يتطلب انتقاء أسلوب جيد للفهم والتفاهم داخل مجالك العلمي، ومع زملائك في المجموعة. لذا.. فمن الجيد ألّا تقتصر دائرة معارفك على المهندسين الكهربائيين، أو علماء الأحياء فقط.

قد لا يتفق الجميع على أهمية التدريب في أكثر من مجال، لأنه ينطوي على ساعات تدريب أطول، لكن عندما تعمل داخل مجموعات كبيرة على حل مشكلات جسيمة؛ فستجد أن كفاءتك الحقيقة لا تظهر إلا من خلال تواصُلك مع زملائك.

إتاحة الفرصة للمجموعات الصغيرة

تؤمن هيلكي شليشتينج ـ البالغة من العمر 32 عامًا، وعالمة الفيزياء الفلكية بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج ـ بأنّ أُولى خطوات معرفة أصلنا وأصل الحياة تنبع من معرفتنا بالكيفية التي تكوّنت بها الكواكب.

أريد أن أخصِّص مساحة أقل للعمل، وأن أقضي وقتًا أطول مع زوجي وكلبي، وهو من فصيلة «ألاسكان مالموت»، الذي أسميته «ماكالو» على اسم خامس أعلى جبل في العالم. نعتزم بالفعل أن نسافر معًا إلى إندونيسيا، وناميبيا، وتنزانيا.

«لا أتمنى سوى إزالة الحدود بين مجالات العلوم»
كريستين هندون

يشغلني حاليًّا في معملي تساؤل مهم، هو محاولة فهم كيف تكوّنت فئة الكواكب المكتشَفة حديثًا. فقد اكتشف مرصد كيبلر الفضائي ـ الذي أطلقته «ناسا» في عام 2009 ـ ما يزيد على 4,000 كوكب من الكواكب «المحتمل الحياة عليها» حول نجوم أخرى. اكتشف المرصد أيضًا كواكب ذات مدارات أصغر من مدار كوكب عطارد. هذه الكواكب تدور حول نظامها الشمسي في مدة تتراوح بين 10 و30 يومًا، أو ربما أقل. وهي بالفعل كواكب لم نجد لها مثيلًا في نظامنا الشمسي. وما أريد معرفته: هل تكوّنت هذه الكواكب بالقرب من المكان الذي نراها فيه الآن، أم تكوّنت في مدارات أكبر تحركت نحو الداخل؟

أما عن المستقبل، فقد بات من الصعوبة بمكان أن يعمل الناس في مجموعات صغيرة غير خاضعة لاتحادات كبيرة. نريد أن نحافظ على تنوع المجموعات البحثية الصغيرة واستقلاليتها، وبخاصة أعضاء هيئة التدريس الأصغر سنًّا.

إنّ هناك تمويلًا للبعثات.. فبعض الأشخاص يسهمون في البعثات الكبيرة إسهامًا صغيرًا. ولا شك أن هذا العمل ذو أهمية، لكننا ما زلنا نحتاج إلى أن نتأكد من وجود خط مستقل من الاستفسارات العلمية. وبوجه عام، يمكن إجراء الأبحاث النظرية من خلال مجموعات بحثية صغيرة، وأتمنى أن نمتلك القدرة للحفاظ على ذلك. ■

المقال مجمَّع من المقابلات التي أجرتها وحررتها **مونيا بيكر.**

رسالة مفقودة

وأخيرًا...

بقلم: رايتشل ريديك

لم يكن هذا ما خططتُ له اليوم. كنت قد انتويت مراقبة السماء أثناء الليل. وبدلاً من ذلك.. ها أنا في انتظار نهاية العالم. يقول ليّ الموجودون على محطة المدار العالي إنه لم يتبقَ لي سوى أقل من نصف ساعة، قبل أن تصل كرة النار إلى هنا.

ربما قد ضرب الحطامُ محطةَ المدار المنخفض بالفعل. يقول رواد محطة المدار العالي إنهم لا يستجيبون إلى الإشارات، ولذا.. فإننا نتوقع حدوث الأسوأ.

إنه لأمر مزعج. لو كانوا قد نجوا؛ لكانت لدينا فكرة عما يوشك أن يقضي علينا. لا بد أن شخصًا ما في الجانب الأقصى من الكوكب أخفق في عمله. انتشرت بعض الشائعات.. فثمة دولة زعمت أنها بصدد بناء محرِّك بين النجوم أسرع من الضوء، افترض أغلب الناس أنه مجرد غطاء للتستر على نوع من القنابل الضخمة. فكل تلك الكميات من التريتيوم والديتيريوم والبلوتونيوم التي كانوا يجمعونها لا بد أنها كانت مخصصة لغرض بعينه، لكن هذا الانفجار... مَنْ الذي يمكن أن يبني قنبلة لها هذا الوقع؟ استنادًا إلى حجم الانفجار، قَدَّرَ واحدٌ من رواد الفضاء أن الانفجار كان مهولاً، بما يكفي لتعطيل الحياة على الكوكب بأسره. هل كانوا يعبثون بالمادة المضادة، وفقدوا قدرتهم على احتوائها؟ إذَن، لكانوا يحتاجون إلى كمية هائلة من المادة المضادة لإحداث هذا التفجير. كيف لهم أن يحصلوا على ما يربو على حفنة من الجزيئات؟

أعتقد أننا لن نستطيع الجزم أبدًا. إنها كارثة لا يصدقها عقل. انفجار كهذا... من شأنه مَحْو كل ما على سطح الكوكب، وكأن مُذَنَّب هائل ضرب الأرض، بيد أننا كنا لنرى مُذَنَّبًا بهذا الحجم آتيًا.

لا، إنه ليس مُذَنَّبًا. لا بد أنه كوكب صغير. وما من كواكب صغيرة دانية منا بهذا الحجم من شأنها إلحاق مثل هذا الضرر بنا.

كالعادة، ليست الطبيعة هي التي تضر بنا في الغالب. نحن بأنفسنا أسباب إبادتنا الأكثر فعالية.

لا أريد أن أموت.

يبدو المحرك ما بين النجوم مفيدًا حقًّا الآن، لكنني لا أملك واحدًا، ولا أملك حتى مركبة إطلاق بدائية. ولذا.. فإنني أستغل ما لديَّ الاستغلال الأمثل. إن الحظ حليفي بما يكفي، نسبيًّا على الأقل، لأنني بعيد عن المركز السطحي للكارثة، حيث إنني أجلس في غرفة التحكم لواحد من أفضل تليسكوباتنا الراديوية. إننا نستخدمه... أعني كنا نستخدمه لاقتفاء أثر المُذَنَّبات الخطيرة التي ترسل رسالة نبضية على هيئة موجات راديو، فننصت إلى صداها. راقبنا السماء، تحسُّبًا للتهديدات التي يمكن أن تدمر المدن. ربما كان من الأفضل لو نظرنا إلى أسفل، لا إلى أعلى.

ILLUSTRATION BY JACEY

على أية حال، هذا يعني أنني أملك واحدًا من أكبر أجهزة إرسال الراديو وأفضلها بين يديّ. قد أموت، وقد يموت كل مَن عرفتهم وأحببتهم، لكنني أستطيع على الأقل الجَزْم بأن النسيان لن يطوينا. هذا هو السبب الذي يدعوني إلى إرسال هذه الرسالة.

لا أُلَمِّح إلى أنّ أحدًا سيعرف كيف يترجمها. وأفترض أن هناك احتمالًا كبيرًا بألّا يسمعها أحد. أشعة الرادار الخاصة بالتليسكوب ضيقة إلى حد ما، حيث إنها صُمِّمت للكشف عن مواقع المُذَنَّبات. لو استطعت؛ لاستهدفت المَجَرّة المجاورة لنا. الشعاع واسع بالقدر الكافي عند هذه المسافة، بما يسمح له بالوصول إلى كثير من النجوم، وسيظل قويًّا بما يكفي لأَنْ يلاحظه أحد، لكنني لا أستطيع أن أرسل إشارة راديو عبر الأرض.

وحتى لو استطعت الوصول إلى نظام آهِل بالسكان، فهناك احتمال أن ينشغلوا إبّان وصول الرسالة. ولعل إرسال الرسالة وحده يكفي. لعله يكفي لمعرفة أن الكون سيحمل دومًا بصماتنا التي تسافر دومًا عبر الفضاء. إنّ إرسال الرسالة أفضل مِنْ ألّا أحرِّك ساكنًا.

لا أعرف ماذا سيفعل رواد الفضاء.. فغالبية مساكنهم تبخرت بالفعل. وفي غضون دقائق معدودات، لن يوجد شيء على السطح أبرد من الحِمَم المذابة. سيتعيَّن عليهم إطلاق الصواريخ الدافعة؛ لتفادي الحطام الذي سيدور قريبًا في المدار. وحتى لو فعلوا، فالمحطة ليست بالنظام المغلق. ستنفد مؤونتهم في نهاية المطاف. ولعلهم سينتظرون إلى أن يموتوا جوعًا. وربما سيستقر رأيهم على أن تحريك المحطة لا يستحق العناء.

يسعدني أنني لست مضطرًا لصنع هذا القرار. إنني أحاول استيعاب ما إذا كان الهدير الذي أسمعه هو الإشارة الأولى للموجة الصادمة القادمة، أم أن فرائصي ترتعد وحسب من فرط الخوف. أعتقد أنني سأنهي الاتصال، شئت أم أَبَيت.

وحتى ذلك الحين، سأواصل البث. اتصال أخير.. قبل أن يطوينا الصمت تمامًا.

بعد عدة مئات من السنين...

التفَّت الشابة في مقعدها مستفسرة: «جوردان، هل لك أن تلقي نظرة على ذلك؟»

نظر جوردان إلى المكان الذي أشارت إليه بإصبعها، حيث تحسست سلسلة من الخطوط على الشاشة تجنح لأعلى ولأسفل بشكل عشوائي: «عَلامَ؟».

«هل ترى إشارة هنا؟»

«لا، لا أرى شيئًا. لماذا؟»

«أتتذكر الوميض القوي على غير العادة الذي حدث قرب بداية المشاهدات منذ يومين؟ لم يكن بعيدًا عن الخطوط الهيدروجينية. أتتذكر المسار القصير الذي التقطته، وكان يتحرك مع دوران الأرض؟»

أومأ برأسه قائلًا: «ولهذا تابعناه، لكن الإشارة الأصلية لم تصمد طويلًا».

«استمرت لدقائق معدودة. وعندما نظرت هناك الليلة وليلة أمس، لم يكن هناك شيء. لا شيء مطلقًا».

نظر إليها جوردان نظرة متعاطفة وقال: «هذا مؤسف. أتعتقدين أنها رسالة؟».

ضربت أزرار لوحة المفاتيح بأصابعها، مستخرِجةً قطاعًا من المشاهدات السابقة. كان الارتفاع واضحًا. قالت بصوت حزين: «كانت الرسالة قصيرة، على مقربة من خط الهيدروجين... لكنها لم تَدُم طويلاً بما يكفي للتأكد منها بشكل أو بآخر. ربما لن نستطيع الجزم أبدًا». ■

رايتشل ريديك انتهت مؤخرًا من دراستها الجامعية في مجال الفيزياء، وحصلت مؤخرًا على زمالة الجمعية الأمريكية لتطوير العلوم (AAAS)، حيث تعمل بصحيفة ساكرامنتو بي (*Sacramento Bee*)، وتستمتع بالخيال العلمي، وقَصّ القصص في أوقات فراغها.

NATURE.COM
تابع المستقبليات:
@NatureFutures
go.nature.com/mtoodm

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية